






PYRAMID TYPE CUBE CORNER RETROREFLECTION SHEET

Patent number: JP2001264525
Publication date: 2001-09-26
Inventor: MIMURA IKUO; HAMADA YUTAKA; TAKAHASHI TAKEHITO
Applicant: NIPPON CARBIDE KOGYO KK
Classification:
 - international: **G02B5/124; G02B5/12;** (IPC1-7): G02B5/124; B60Q1/30
 - european: G02B5/124
Application number: JP20000072279 20000315
Priority number(s): JP20000072279 20000315

Also published as:

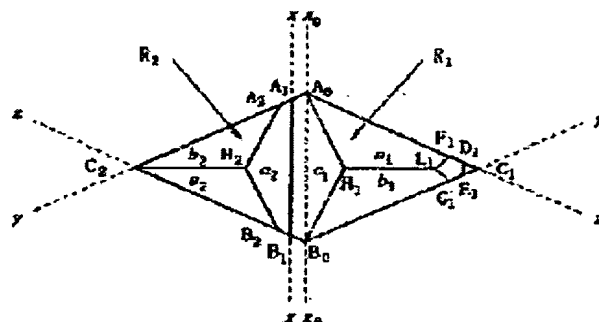
 EP1136847 (A2)
 US6318866 (B1)
 EP1136847 (A3)
 CA2340599 (A1)
 EP1136847 (B8)

more >>

Report a data error he

Abstract of JP2001264525

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a pyramid type cube corner retroreflection sheet having a new structure. **SOLUTION:** A pair of pyramid cube corner retroreflection elements each divided by three side faces (a1 face, b1 face, c1 face; a2 face, b2 face, c2 face; etc.), crossing almost perpendicular to one another are formed by grooves each having substantially a symmetric V-shape cross section and crossing one another and a plurality of the pairs are arranged in a most densely packed state as projecting to one side from a common bottom plane (S-S'). The side faces (c1 face, c2 face) facing each other in the pair of the pyramid retroreflection elements make a pair with one bottom line (x) as common. The bottom plane (S-S') is a common plane including both of the bottom side lines (z, z) of one side faces (a1 face, a2 face) and the bottom side lines (y, y) of the other side faces (b1 face, b2 face) in the pair of pyramid retroreflection elements. The side faces (c1 face, c2 face) of the pair of pyramid retroreflection elements having the bottom line (x) as common have different forms from each other with different height of the peaks from the bottom plane (S-S').



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-264525
(P2001-264525A)

(43)公開日 平成13年9月26日(2001.9.26)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード*(参考)

G 0 2 B 5/124

G 0 2 B 5/124

2 H 0 4 2

B 6 0 Q 1/30

B 6 0 Q 1/30

A 3 K 0 3 9

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2000-72279(P2000-72279)

(22)出願日 平成12年3月15日(2000.3.15)

(71)出願人 000004592

日本カーバイド工業株式会社
東京都港区港南2丁目11番19号

(72)発明者 三村 育夫

富山県魚津市仏田3700-5

(72)発明者 濱田 豊

富山県滑川市赤浜2番地2

(72)発明者 高橋 岳人

栃木県下都賀郡国分寺町小金井1111-8

(74)代理人 100060782

弁理士 小田島 平吉 (外1名)

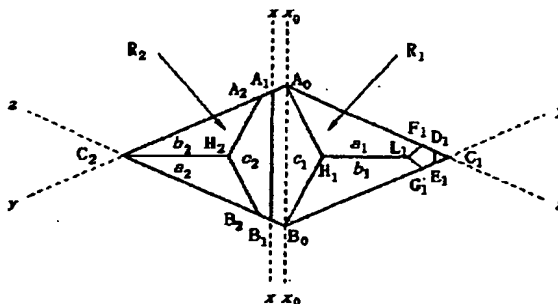
Fターム(参考) 2H042 EA04 EA05 EA17 EA18 EA19
EA20 EA21
3K039 LD02

(54)【発明の名称】 三角錐型キューブコーナー型再帰反射シート

(57)【要約】

【課題】 新規構造の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【解決手段】 断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面(a₁面、b₁面、c₁面；a₂面、b₂面、c₂面；…)、によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が共通する一底面(S-S')上の一方の側に突出するように最密充填状に配置されており、該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が一つの底辺(x)を共有して対をなしており、該底面(S-S')は、該一対の三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a₁面、a₂面)の底辺(z、z)および他方の側面(b₁面、b₂面)の底辺(y、y)とを共に包含する共通の一平面であって、該底辺(x)を共有する該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が異なる形状を有し、かつ、該底面(S-S')からの頂点までの高さが互いに異なることを特徴とする三角錐型キューブコーナー型再帰反射シート。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 断面が実質的に対称形の V 字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面 (a₁ 面, b₁ 面, c₁ 面; a₂ 面, b₂ 面, c₂ 面; …), によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が共通する一底面 (S-S') 上の一方向の側に突出するように最密充填状に配置されており、該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が一つの底辺 (x) を共有して対をなしており、該底面 (S-S') は、該一対の三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一平面であって、該底辺 (x) を共有する該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が異なる形状を有し、かつ、該底面 (S-S') からの頂点までの高さが互いに異なることを特徴とする三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 2】 断面が実質的に対称形の V 字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面 (a₁ 面, b₁ 面, c₁ 面; a₂ 面, b₂ 面, c₂ 面; …) によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子は、方向は互いに 180° 異なるが、実質的に同一の光学軸と垂線のなす角度 (θ) を有する請求項 1 に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 3】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺 (x, x, …) を含む底面 (Sx-Sx') から三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを h_{x1} とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点 (H₁) までの高さを h_{y1} とした場合に、h_{x1} が h_{y1} と実質的に等しい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1 又は 2 に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 4】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺 (x, x, …) を含む底面 (Sx-Sx') から三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを h_{x1} とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点 (H₁) までの高さを h_{y1} とした場合に、h_{x1} が h_{y1} と実質的に異なる三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1 又は 2 に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 5】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺

(x, x, …) を含む底面 (Sx-Sx') から三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを h_{x1} とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点 (H₁) までの高さを h_{y1} とした場合に、h_{x1} が h_{y1} より実質的に大きい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1, 2 及び 4 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 6】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺 (x, x, …) を含む底面 (Sx-Sx') から三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを h_{x1} とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点 (H₁) までの高さを h_{y1} とした場合に、h_{x1} / h_{y1} が 1.05 ~ 1.5 の範囲になるように h_{x1} が h_{y1} より大きい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1, 2 及び 4 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 7】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺 (x, x, …) を含む底面 (Sx-Sx') から三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを h_{x1} とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点 (H₁) までの高さを h_{y1} とした場合に、h_{x1} / h_{y1} が 1.07 ~ 1.4 の範囲になるように h_{x1} が h_{y1} より大きい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1, 2 及び 4 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 8】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺 (x, x, …) を含む底面 (Sx-Sx') から三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを h_{x1} とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点 (H₁) までの高さを h_{y1} とした場合に、h_{x1} が h_{y1} より実質的に小さい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1 又は 2 に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 9】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺 (x, x, …) を含む底面 (Sx-Sx') から三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを h_{x1} とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点

(H₁) までの高さを hy_{z1} とした場合に、 hx_1/hy_{z1} が 0.67~0.95 範囲になるように hx_1 が hy_{z1} より小さい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1、2 及び 8 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 10】 多数の一对の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が共有する底辺 (x, x, ...) を含む底面 (Sx-Sx') から該三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを hx_1 とし、該 2 つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の一底面 (S-S') から該頂点 (H₁) までの高さを hy_{z1} とした場合に、 hx_1/hy_{z1} が 0.71~0.93 の範囲になるように hx_1 が hy_{z1} より小さい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項 1、2 及び 8 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 11】 一对の三角錐型再帰反射素子が、互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が一つの底辺 (x) を共有して対をなしており、該一对の三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) およびその他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) を共に包含する共通の底面 (S-S') を基準として、この底面 (S-S') から一方の三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₁) までの高さを hy_{z1} とし、かつ上記の底面 (S-S') から他方の三角錐型再帰反射素子の頂点 (H₂) までの高さを hy_{z2} とした場合に、
 $hy_{z1}/hy_{z2} = 1.05 \sim 2.0$

である前記請求項 1~10 のいずれかによる三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 12】 $hy_{z1}/hy_{z2} = 1.07 \sim 1.8$ である前記請求項 11 による三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 13】 断面が実質的に対称形の V 字状の溝が互いに交叉することにより、3 つの互いに略直角に交叉する側面 (a₁ 面, b₁ 面, c₁ 面; a₂ 面, b₂ 面, c₂ 面; ...) によって区切られた一对の三角錐型キューブコーナー型再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一对の三角錐型キューブコーナー型再帰反射素子は、方向は互いに 180° 異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き (θ) を有し、さらに、該三角錐型反射素子の光学軸 (t₁) が、該光学軸 (t₁) と前記共通の一底面 (S-S') との交点 (Q₁) から該素子対が共有する底辺 (x) を包含して該共通底面 (S-S') に垂直な平面 (Lx-Lx') までの距離 (q₁) と、該素子の頂点 (H₁) から該共通底面 (S-S') に下された垂線と該平面との交点 (P₁) から該垂直平面 (Lx-Lx') までの距離 (p₁) との差 (q₁-p₁) がプラス (+) またはマイナス (-) となる方向に、該光学軸 (t₁) と該垂線のなす角度 (θ) が 0.5~12 度となるように傾いている三角錐型反射素子を包

含している事を特徴とする請求項 1~12 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 14】 該光学軸 (t₁) と該三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の頂点 (H₁, H₂) を経由する垂線とのなす角度 (θ) がプラス (+) 方向又はマイナス (-) 方向に 0.6~10° となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している請求項 1~12 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 15】 該光学軸 (t₁) と該三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の頂点 (H₁, H₂) を経由する垂線とのなす角度 (θ) がプラス (+) 方向又はマイナス (-) 方向に 0.6~1.5° となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している請求項 1~12 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は新規な構造の三角錐型キューブコーナー再帰反射シートに関する。より詳しくは、本発明は新規な構造の三角錐型反射素子が最密充填状に配置されたキューブコーナー型再帰反射シートに関する。

【0002】 詳しくは、本発明は、道路標識、工事標識等の標識類、自動車やオートバイ等の車両のナンバープレート類、衣料、救命具等の安全資材類、看板等のマーキング、可視光、レーザー光あるいは赤外光反射型センサー類の反射板等において有用な三角錐型キューブコーナー再帰反射素子（以下単に、三角錐型反射素子ともいう）によって構成されるキューブコーナー型再帰反射シートに関する。

【0003】 さらに詳しくは、本発明は、断面が実質的に対称形の V 字状の溝が互いに交叉することにより、3 つの互いに略直角に交叉する側面 (a₁ 面, b₁ 面, c₁ 面; a₂ 面, b₂ 面, c₂ 面; ...) によって区切られた一对の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が共通する一底面 (S-S') 上の一方の側に突出するように最密充填状に配置されており、該一对の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が一つの底辺 (x) を共有して対をなしており、該底面 (S-S') は、該一对の三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a₁ 面, a₂ 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b₁ 面, b₂ 面) の底辺 (y, y) とを共に包含する共通の一平面であって、該底辺 (x) を共有する該一对の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面 (c₁ 面, c₂ 面) が異なる形状を有し、かつ、該底面 (S-S') からの頂点までの高さが互いに異なることを特徴とする三角錐型キューブコーナー再帰反射シートに関する。

【0004】 さらに詳しくは、断面が実質的に対称形の V 字状の溝が互いに交叉することにより、3 つの互いに略直角に交叉する側面 (a₁ 面, b₁ 面, c₁ 面; a₂ 面, b₂ 面, c₂ 面; ...) によって区切られた一对の三角錐型キューブコー

ナー再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一对の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子は、実質的に同一の光学軸と垂線のなす角度 (θ ; 以降、光学軸の傾きとも言う) を有するが、その光学軸の傾きの方向は互いに 180° 異なる三角錐型キューブコーナー再帰反射シートに関する。

【0005】

【従来の技術】従来、入射した光を光源に向かって反射する再帰反射シートはよく知られており、その再帰反射性を利用した該シートは上記のごとき利用分野で広く利用されている。中でも三角錐型反射素子などのキューブコーナー再帰反射素子の再帰反射原理を利用したキューブコーナー型再帰反射シートは、従来のマイクロ硝子球を用いた再帰反射シートに比べ光の再帰反射効率が格段に優れており、その優れた再帰反射性能により年々用途が拡大しつつある。

【0006】しかしながら従来公知の三角錐型再帰反射素子は、その反射原理から素子の持つ光学軸（三角錐型キューブコーナー再帰反射素子を構成する互いに 90° の角度で交叉する3個の面から等しい距離にある該三角錐の頂点を通る軸）と入射光線とがなす角度（以下これを入射角という）が小さい角度の範囲では良好な再帰反射効率を示すが、入射角が大きくなるに連れて再帰反射効率は急激に低下する（すなわち入射角特性が劣る）。

【0007】また、その三角錐型反射素子を構成する透明媒体の屈折率と空気の屈折率との比によって定まる内部全反射条件を満足する臨界角度 (α_c) 未満の角度で三角錐型反射素子面に入射した光源は、該素子の界面で全反射することなく、該素子の背面に透過するために、三角錐型反射素子を用いる再帰反射シートは、一般に入射角特性が劣るという欠点があった。

【0008】他方、三角錐型再帰反射素子は、該素子のほぼ全面にわたって光の入射した方向に光を反射させることができるために、マイクロ硝子球型反射素子のように球面収差などの原因によって反射光が広い角度に発散することはない。

【0009】しかしながら、再帰反射光のこの狭い発散角度は実用面においては、たとえば、自動車のヘッドランプから発せられた光が交通標識で再帰反射したとき、その光軸から離れた位置にいる運転者の目には達しにくいという不都合が生じ易い。このような不都合は、特に自動車と交通標識との距離が近接したときに、光線の入射軸と運転者と反射点とを結ぶ軸（観察軸）とがなす角度（観察角）が増大するためにますます大きくなる（すなわち観察角特性が劣る）。

【0010】このようなキューブコーナー型再帰反射シート、特に三角錐型キューブコーナー再帰反射シートの入射角特性又は観察角特性の改良に関しては、古くから多くの提案が知られており、種々の改良検討がなされている。

【0011】例えば、ユンゲルセン (Jungersen) の米国特許第2,481,757号においては薄いシートの上に様々な形の再帰反射素子を設置してなる再帰反射シートおよびそれらシートの製造方法について述べられている。上記米国特許に例示されている三角錐型反射素子は頂点を底面三角形の中心に位置した光学軸の傾斜のない三角錐型反射素子や頂点の位置が底面三角形の中心に位置していない傾斜三角錐型反射素子が例示されており、接近してくる自動車に対して効率的に光を反射させることが記載されている。

【0012】また、三角錐型反射素子の大きさとしては素子の深さとして $1/10$ インチ ($2,540 \mu\text{m}$) 以内であることが記載されている。さらに、この米国特許の Fig. 15 には、光学軸が、後述するようにプラス (+) となる方向に傾斜している三角錐型反射素子対が図示されており、その光学軸の傾斜角 (θ) は、図示されている三角錐型反射素子の底面三角形の長辺と短辺の長さの比率から求めると、約 6.5° であると推定される。

【0013】しかしながら、上記 Jungersen の米国特許には、後述するような極めて小さい三角錐型反射素子についての具体的な開示は存在せず、また、優れた観察角特性や入射角特性を与えるために、三角錐型反射素子がどのような大きさ及び光学軸傾斜を有することが望ましいかなどについては何らの記載も示唆もされていない。

【0014】また、スタム (Stamm) の米国特許第3,712,706号においては薄いシート上に底面の三角形の形状が正三角形である、所謂、正三角錐型キューブコーナー再帰反射素子をその底面が共通面上に最密充填状となるように配置された再帰反射シートについて述べられている。この Stamm の米国特許では、反射素子の反射面を例えばアルミニウムなどの金属で蒸着処理を行って入射光を鏡面反射させて、入射角を増大させることにより、再帰反射効率の低下という問題や内部全反射条件未満の角度で入射した光が素子の界面を透過してしまい再帰反射しないと言う上記の不具合の改善を行っている。

【0015】しかしながら上記 Stamm の提案では、広角性の改善手段として反射側面に鏡面層を設置しているために、得られる再帰反射シートの外観が暗くなったり、鏡面層に採用されているアルミニウム、銀などの金属が使用中に水や空気の浸入により酸化されてしまい、反射輝度の低下を起しがちであるなどの不具合を起しやすい。さらに、光学軸の傾斜により広角性を改善する手段に関してはまったく記載されていない。

【0016】さらに、ホープマン (Hoopman) のヨーロッパ特許第137,736B1においては、薄いシート上に底面の三角形の形状が二等辺三角形である一对の傾斜三角錐型キューブコーナー再帰反射素子がお互いに 180° 回転した形でその底面が共通面上に最密充填状に並べられた再帰反射シートについて述べられている。この特許に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の光学軸の傾斜

は、本明細書に記載するマイナス（－）方向に傾斜しており、その傾斜角は約 7° ～ 13° であることが示されている。

【0017】さらにまた、スツェッチ（Szczecz）の米国特許第5,138,488号においても、同様に薄いシート上に底面の三角形の形状が二等辺三角形である傾斜三角錐型キューブコーナー再帰反射素子をその底面が共通面上に最密充填状となるように並べられた再帰反射シートが開示されている。この米国特許においては、該三角錐型反射素子の光学軸は、お互いに向き合って対を成す二つの三角錐型反射素子が互いに共有する辺の方向、すなわち後述するプラス（＋）方向に傾斜しており、その傾斜角は約 2° ～ 5° であり、素子の大きさが $25\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ であることが規定されている。

【0018】また、上記特許に対応するヨーロッパ特許第548,280B1においては、光学軸の傾きの方向が、対をなす二つの素子の共通の辺を含みかつ共通平面に垂直な面と素子の頂点との距離が、素子の光学軸が共通平面と交差する点と前記垂直な面との距離に等しくなく、その傾斜角は約 2° ～ 5° であり素子の大きさが $25\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ であることが記載されている。

【0019】上記の様に、Szczeczのヨーロッパ特許第548,280B1においては、光学軸の傾きがプラス（＋）及びマイナス（－）の両方を含む約 2° ～ 5° の範囲となっている。しかし、Szczeczの上記米国特許及びヨーロッパ特許の実施例には、光学軸の傾斜角度が（－） 8.2° 、

（－） 9.2° 及び（－） 4.3° で、素子の高さ（h）が $87.5\mu\text{m}$ の三角錐型反射素子しか開示されていない。

【0020】以上述べた従来公知のJungersenの米国特許第2,481,757号；Stammの米国特許第3,712,706号；Hoopmanのヨーロッパ特許第137,736B1；Szczeczの米国特許第5,138,488号、ヨーロッパ特許第548,280B1等の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子は、いずれも、光の入射及び反射の中核をなす多数の三角錐型反射素子の底面が同一平面上にある点、および、相対峙した一対の素子が相似形の形状をなして、かつ素子の高さが等しいという点で共通しており、かように底面が同一平面上にある三角錐型反射素子で構成された再帰反射シートはいずれも入射角特性が劣り、すなわち光線の該三角錐型反射素子に対する入射角が増大すると、再帰反射輝度が急激に減少するという欠点を有している。

【0021】観察角特性を改善しようとする試みとして、例えば、アップルドーン（Appeldorn）らによる特開昭63-143502号公報（米国特許第4,775,219号明細書）には、平板表面をダイヤモンドカッター等により三方向から切削して、一点で交差するV字状の溝を形成することにより三角錐型キューブコーナープリズム金型を作成するに際して、V字状の溝対称面を平板に対する垂直方向から少し傾斜させ、また切削角を通常値からごく僅かに偏異させて複数種のV字状の溝を切削することにより、プリ

ズム頂角が 90° からごく僅かに偏異した多数種の三角錐型再帰反射素子群を形成し、これに基づく金型により形成されるキューブコーナー型再帰反射シートの反射光にある程度の発散を与える試みについて開示されている。このようにして得られた反射素子対の形状は実質的に相似形をなし、実質的に高さの等しい素子対が一つの底辺を共有して 180° 回転した形を形成している。

【0022】上記アップルドーンらの提案の方法によって得られる再帰反射シートは、ある程度入射角特性及び観測角特性が改善されたものとなりうるが、金型の作成に極めて高度な精度と熟練と共に、極めて煩雑な操作が要求される。

【0023】さらに、三方向のV字状の溝が一点で交差しないような非対称再帰反射素子対を含む再帰反射素子集合体もまた公知である。

【0024】例えば、グベラ（Gubela）による国際特許出願公開番号第94/14,091号（W094/14,091）公報には、再帰反射体の非再帰反射表面部分を小さくし、再帰反射光に広角性を与えることを目的にして、特異の再帰反射体及びその作成方法が開示されている。この再帰反射体は、添付の図5、6に示される二つの方向のV字状の溝が互いに 60° の角度で交叉することにより形成された菱形の底面の中央部に、底面が正六角形（ $A_0-D_1-E_1-B_0-E_2-D_2$ ）の六角錐1個を配し、底面の菱形部の残部には底面が正三角形（ $D_1-C_1-H_1$ および $D_2-C_2-E_2$ ）で高さが等しい正三角錐2個を対称形に配したものであり、中央の六角錐の6側面のうち1つおきの3側面（ d_1 面、 d_2 面、 d_3 面および e_1 面、 e_2 面、 e_3 面）が、それぞれその延長面上で直交する2組の再帰反射性プリズム側面を形成している。

【0025】従って上記Gubelaの公報記載の再帰反射体では、4本のV字状の溝（ A_0-C_1 、 B_0-C_2 および A_0-C_2 、 B_0-C_1 ）が形成する菱形（ $A_0-C_1-B_0-C_2$ ）の頂点をもう1つの方向のV字状の溝（ D_1-E_1 および D_2-E_2 ）が通らず、そのもう1つの方向のV字状の溝のその頂点（ H_0 ）からのオフセット量は、該菱形の長い方の対角線の長さの25%となっており、

（すなわち、図5、6について説明すると、補助線の点線で示される C_1-C_1 、 E_1-E_1 、 B_0-H_0 、 E_2-E_2 及び C_2-C_2 の各間隔がすべて等しく、 C_1-C_1 と C_2-C_2 の間隔のすべて $1/4$ となっている。）、これによって菱形内に高さが等しく対称形の一対の正三角錐と底面が正六角形（ $A_0-D_1-E_1-B_0-E_2-D_2$ ）の六角錐1個が形成されている。そしてこの公報には、本発明で特定された再帰反射素子集合体についてなど何らの記載も示唆も存在しない。

【0026】また、上記Gubelaの六角錐にその底面方向から入射した光が再帰反射するためには、第1の入射面で反射した光が上記の1つおきの平面だけで反射を繰り返すことが必要であり、もし第2又は第3の反射面がそれ以外の面であるときには、光は再帰反射せずその面を透過するか発散することになる。従って反射光の広がりによる観察角特性の改善には一定の効果が期待できるも

の、入射角特性の改善は全く期待できず、むしろ低下を余儀なくされる。

【0027】さらにベンソン (Benson) らによる国際公開W095/11,470号公報 (米国特許第5,600,484号明細書)、国際公報W095/11,463号公報 (米国特許第5,721,640号明細書)並びに国際公報W095/11,465号公報 (米国特許第5,557,836号明細書及び同第5,564,870号明細書)には、再帰反射効率の向上と広角性の改善を目的として、一方の壁が基底平面に対してほぼ垂直又はこれに近い角度を有する非対称のV字状の溝により囲周された再帰反射素子の集合体により構成された再帰反射体及びその作成方法が開示されている。

【0028】このBensonらの再帰反射体は、前記の国際公開公報に開示されているように2つの方向の傾斜したV字状の溝が形成する菱形の底辺形状の交点をもう1つの方向の傾斜したV字状の溝が通らないように切削されており、前2方向のV字状の溝の交差角、深さ、V字状の溝角及びV字状の溝傾斜の度合い、並びにもう1方向のV字状の溝のオフセット位置、本数、深さ、V溝角及びV字状の溝傾斜の度合いなどを変えることによって、再帰反射性のない素子を含む多種多様な反射素子により構成されることができると示されている。

【0029】また、Bensonらの再帰反射体は、一つのV字状の溝側面が基底底面に対してほぼ垂直に傾斜した非対称のV字状の溝であるために、2方向のV字状の溝で形成される底辺形状が菱形の途中形状は、左右非対称形状の図2で示された形状を経由しており、途中形状で形成される反射側面は図2の a_2 面と b_2 面であることが明示されている。一方従来技術における途中形状は図1に示されるように対称形のV字状の溝で形成されるために、形成される反射側面は対称形の一对の面 (a_1 , b_1 面および a_2 面, b_2 面)である。

【0030】これらの反射素子集合体においては、その形状からして、V字状の溝を挟んで向き合う反射素子の光学軸は同一方向を向いており、例えば光学軸の傾斜があるものでも、同一の方向に傾斜している。従って反射素子の多様さに由来する反射光の広がりによって観察角特性のある程度の改善は期待できるとしても、入射角特性の観点からすれば、この反射素子集合体は極めて指向性の高いものであって、光学軸の傾斜している方向に対しては優れた入射角特性が期待できるものの、その他の方向に対する入射角特性は劣るものとならざるを得ない。

【0031】

【発明が解決すべき課題】一般に三角錐型キューブコーナー再帰反射シートに望まれる基本的な光学特性として、高輝度性、即ち、該シート正面から入射した光の反射輝度に代表される反射輝度の高さ (大きさ)、及び、広角性が要求され、さらに広角性に関しては、観察角特性、入射角特性、回転角特性の三性能が要求される。

【0032】前述したとおり、従来公知の三角錐型キュー

ーブコーナー再帰反射素子から構成された再帰反射シートは、いずれも、入射角特性が低くかつ概して観察角特性も満足すべきものではなかったのに対して、本発明者らは、意外にも、断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面 (a_1 面, b_1 面, c_1 面; a_2 面, b_2 面, c_2 面; ...)、によって区切られた一对の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が共通する一底面 ($S-S'$) 上の一方の側に突出するように最密充填状に配置されており、該一对の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面 (c_1 面, c_2 面) が一つの底辺 (x) を共有して対をなしており、該底面 ($S-S'$) は、該一对の三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a_1 面, a_2 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b_1 面, b_2 面) の底辺 (y, y) とを共に包含する共通の一平面であって、該底辺 (x) を共有する該一对の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面 (c_1 面, c_2 面) が異なる形状を有し、かつ、該基底底面 ($S-S'$) からの頂点までの高さが互いに異なるようにすることにより、かような三角錐型反射素子から構成された再帰反射シートの入射角特性を改善することができることを発見した。

【0033】

【課題を解決するための手段】本発明を説明する前に、従来公知の技術について説明する。

【0034】図7と図8には、本発明の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子と対比するために、従来技術に基づく三角錐型キューブコーナー再帰反射素子を説明する平面図と断面図を示した。

【0035】図7においては、共通する一平面上に突出した三角錐型キューブコーナー再帰反射素子群が、互いに一つの底辺 (x, x, \dots) を共有し、かつ多数の該再帰反射素子の該共有する底辺 (x, x, \dots) を含む共通の底面 ($S-S'$) に垂直な平面 ($Lx-Lx'$) に対して略対称で高さが等しくなるように向き合った素子対として、該素子の底面が該共通する一底面 ($S-S'$) 上に最密充填状に配置されている。

【0036】また、図8には、図7に示されている素子群の該三角錐型反射素子群の一对の該反射素子の断面図を示す。これら素子対の有している光学軸 (H_1-Q_1 , H_2-Q_2) は、互いに正反対の方向に傾いた傾斜三角錐型キューブコーナー再帰反射素子であり、該一对の素子の頂点 (H_1 , H_2) から底面 ($S-S'$) に下された垂線と該底面 ($S-S'$) との交点 (P_1, P_2) から、該素子対が共有する底辺 (x, x, \dots) までの距離 (p_1, p_2) と、光学軸と該底面との交点 (Q_1, Q_2) から該素子対が共有する底辺 (x, x, \dots) までの距離 (q_1, q_2) との差 ($q_1 - p_1, q_2 - p_2$) がプラス (+) となるような方向に、該光学軸が前記垂直な平面 ($Lx-Lx'$) に対して傾いている。これらの素子対は底辺 (x) を共有して互いに180°回転した形で光学的に相似の形で相対峙しており、2つの三角錐型反射素子の高さ (h_1, h_2) は等しい。

【0037】以下に、本発明を適宜図面を参照しつつ、さらに詳細に説明する。

【0038】図9と図10には、本発明に基づく三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の一態様を説明する平面図と断面図を示した。

【0039】図9においては、断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面（ a_1 面、 b_1 面、 c_1 面； a_2 面、 b_2 面、 c_2 面；…）、によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が共通する一底面（ $S-S'$ ）上の一方の側に突出するように最密充填状に配置されており、該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面（ c_1 面、 c_2 面）が一つの底辺（ x ）を共有して対をなしており、該底面（ $S-S'$ ）は、該一対の三角錐型再帰反射素子の一方の側面（ a_1 面、 a_2 面）の底辺（ z, z ）および他方の側面（ b_1 面、 b_2 面）の底辺（ y, y ）とを共に包含する共通の一平面であって、該底辺（ x ）を共有する該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面（ c_1 面、 c_2 面）が異なる形状であり、かつ、該底面（ $S-S'$ ）からの頂点までの高さ（ hx_1, hx_2 ）が互いに異なる本発明の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が示されている。

【0040】また、図10においては、多数の一対の三角錐型再帰反射素子（ R_1, R_2 ）の互いに向かい合った側面（ c_1 面、 c_2 面）が共有する底辺（ x, x, \dots ）を含む底面（ $Sx-Sx'$ ）から該三角錐型再帰反射素子の頂点（ H_1 ）までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面（ a_1 面、 a_2 面）の底辺（ z, z ）および他方の側面（ b_1 面、 b_2 面）の底辺（ y, y ）とを共に包含する共通の一底面（ $S-S'$ ）から該頂点（ H_1 ）までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1 が hyz_1 より大きく、かつ、該底面（ $Sx-Sx'$ ）から頂点（ H_1 ）までの高さ hx_1 が、該底面（ $Sx-Sx'$ ）から頂点（ H_2 ）までの高さ hx_2 より大きい三角錐型コーナー再帰反射シートが示されている。この際に、高さの比率 hx_1/hyz_1 は1.05～1.5の範囲になるように hx_1 が hyz_1 より大きくなるように、底辺（ x ）を形成するV字状の溝は他の底辺（ y, z ）を形成するV字状の溝よりも深くなるように形成されている。

【0041】さらに図11と図12には、前記図9及び図10に示した三角錐型キューブコーナー再帰反射素子群から一対の三角錐型再帰反射素子を拡大して示した。

【0042】図11と図12には断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面（ a_1 面、 b_1 面、 c_1 面； a_2 面、 b_2 面、 c_2 面；…）によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子は、方向は互いに 180° 異なるが、実質的に同一の光学軸と垂線のなす角度（ θ ）を有する三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が示されている。

【0043】図11及び図12に示された一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子は、これらの図から明らかなように、特に、

① 2つの再帰反射素子 R_1 および R_2 の a_1 面及び a_2 面の各底辺（ z, z, \dots ）及び b_1 面及び b_2 面の各底辺（ y, y, \dots ）を含む底面（ $S-S'$ ）と、該2つの再帰反射素子の互いに向かい合った c_1 面及び c_2 面が共有する底辺（ x, x, \dots ）を含む底面（ $Sx-Sx'$ ）とが同一レベルではなく、図11及び図12の態様においては底面（ $Sx-Sx'$ ）の方が、底面（ $S-S'$ ）よりも深いこと、さらに

② 該2つの再帰反射素子 R_1 及び R_2 の互いに向かい合った c_1 面及び c_2 面の面積が異なり、 c_1 面の面積が c_2 面の面積よりも大きくなるようにするためにV字状の溝（ x ）の位置にオフセットを与えたこと、を特徴とするものである。

【0044】また、図11及び図12の態様においては、この三角錐型キューブコーナー型再帰反射素子対（ R_1, R_2 ）は、方向は互いに 180° 異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き（ θ ）を有しており、さらに、該三角錐型反射素子対の一方の素子（ R_1 ）の光学軸（ t_1 ）が、該光学軸（ t_1 ）と前記共通の一底面（ $S-S'$ ）との交点（ Q_1 ）から該素子対が共有する底辺（ x ）を包含して該共通底面（ $S-S'$ ）に垂直な平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ q_1 ）と、該素子の頂点（ H_1 ）から該共通底面（ $S-S'$ ）に下された垂線と該底面（ $S-S'$ ）との交点（ P_1 ）から該垂直平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ p_1 ）との差（ $q_1 - p_1$ ）がプラス（+）となる方向に傾いている三角錐型反射素子が示されている。また、高さが異なる他方の素子（ R_2 ）も光学軸

（ t_2 ）が、該光学軸（ t_2 ）と前記共通底面（ $S-S'$ ）との交点（ Q_2 ）から該素子対が共有する底辺（ x ）を包含して該共通底面（ $S-S'$ ）に垂直な平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ q_2 ）と、該素子の頂点（ H_2 ）から該共通底面（ $S-S'$ ）に下された垂線と該底面（ $S-S'$ ）との交点（ P_2 ）から該垂直平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ p_2 ）との差（ $q_2 - p_2$ ）がプラス（+）となる方向に傾いている。これらの素子の光学軸の傾斜角は方向は互いに 180° 異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き（ θ ）を有している。

【0045】図13～図15には、本発明の他の態様である三角錐型キューブコーナー再帰反射素子を示した。

【0046】図13～図15に示した該再帰反射素子においては、断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面（ a_1 面、 b_1 面、 c_1 面； a_2 面、 b_2 面、 c_2 面；…）、によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が、互いに向かい合った側面（ c_1 面、 c_2 面）が異なる形状であり、かつ、一対の再帰反射素子の一方の側面（ a_1 面、 a_2 面）の底辺（ z, z ）、及び他方の側面（ b_1 面、 b_2 面）の底辺（ y, y ）を含む共通の底面（ $S-S'$ ）からの頂点（ H_1, H_2 ）までの高さ（ hx_1, hx_2 ）が互いに異なる三角錐型キューブコーナー再帰反射シートが示されている。

【0047】図15においては、一対の三角錐型再帰反射素子(R_1, R_2)の互いに向かい合った側面(c_1 面, c_2 面)が共有する底辺(x, x, \dots)を含む底面($Sx-Sx'$)から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面, a_2 面)の底辺(z, z)および他方の側面(b_1 面, b_2 面)の底辺(y, y)とを共に包含する共通の一底面($S-S'$)から該頂点(H_1)までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1 が hyz_1 より小さく、かつ、該共通の底面($Sx-Sx'$)から頂点(H_1)までの高さ hx_1 が他の頂点(H_2)の高さ hx_2 より大きい一対の三角錐型再帰反射素子が示されている。この際に、高さの比率 hx_1/hyz_1 は0.67~0.95の範囲になるように hx_1 が hyz_1 より小さくなるように、底辺(x)を形成するV字状の溝は他の底辺(y, z)を形成するV字状の溝よりも浅くなるように形成されている。

【0048】図14には断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面(a_1 面, b_1 面, c_1 面; a_2 面, b_2 面, c_2 面; ...)によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子は、方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸と垂線のなす角度(θ)を有する三角錐型キューブコーナー再帰反射シートが示されている。

【0049】この際に一対の三角錐型再帰反射素子(R_1, R_2)の互いに向かい合う2つの面(c_1 面, c_2 面)の共通の底辺(x)は他の二つの底辺(y, z)により形成された菱形の底面($A_0-C_1-B_0-C_2$)の一組の相対する交点

(A_0, B_0)を通らず、離れた位置(A_2, B_2)を通るように形作られており、線分(A_0, B_0)と線分(A_2, B_2)との距離(オフセット量)は例えば、2つの再帰反射素子(R_1, R_2)の他の相対する交点(C_1, C_2)の距離の±2~±20%の範囲で適宜選択しうる。その結果、該底面($Sx-Sx'$)からの頂点(H_1, H_2)までの高さ(hx_1, hx_2)が異なり、かつ、互いに向かい合った2つの側面(c_1 ; $J_1-J_2-K_2-K_1-H_1$)と他の側面(c_2 ; $J_2-H_2-K_2$)は異なる形状をもち、再帰反射素子(R_1)の c_1 面は、他の再帰反射素子(R_2)の c_2 面より大となる。さらに、本発明の三角錐型キューブコーナー型再帰反射素子対は、方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き(θ)を有しており、該三角錐型反射素子対の一方の素子(R_1)の光学軸(t_1)が、該光学軸(t_1)と前記共通の一底面($S-S'$)との交点(Q_1)から該素子対が共有する底辺(x)を包含して該共通底面($S-S'$)に垂直な平面($Lx-Lx'$)までの距離(q_1)と、該素子の頂点(H_1)から該共通底面($S-S'$)に下された垂線と該共通底面($S-S'$)との交点(P_1)から該垂直平面($Lx-Lx'$)までの距離(p_1)との差(q_1-p_1)がマイナス(-)となる方向に傾いてもよい(以下、この態様をマイナス傾斜(-)の三角錐型再帰反射素子という。)。また、高さが異なる他方の素子(R_2)

も光学軸(t_2)が、該光学軸(t_2)と前記共通の一底面($S-S'$)との交点(Q_2)から該素子対の相対する面(c_1 面, c_2 面)が共有する底辺(x)を包含して該共通底面($S-S'$)に垂直な平面($Lx-Lx'$)までの距離(q_2)と、該素子の頂点(H_2)から該共通底面($S-S'$)に下された垂線と該底面($S-S'$)との交点(P_2)から該垂直平面($Lx-Lx'$)までの距離(p_2)との差(q_2-p_2)が同じくマイナス(-)となる方向に傾いてもよい。これらの素子の光学軸の傾斜角は方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き(θ)を有している。

【0050】さらに、図16~図18には、本発明のさらに他の態様の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子対を示した。

【0051】図16~図18においては、断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面(a_1 面, b_1 面, c_1 面; a_2 面, b_2 面, c_2 面; ...)によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が、互いに向かい合った側面(c_1 面, c_2 面)が異なる形状であり、かつ、一対の再帰反射素子(R_1, R_2)の共通の該底面($S-S'$)から該反射素子(R_1, R_2)の頂点(H_1, H_2)までの高さ(hx_1, hx_2)が互いに異なる三角錐型キューブコーナー再帰反射シートが示されている。

【0052】図18においては、一対の三角錐型再帰反射素子(R_1, R_2)の互いに向かい合った側面(c_1 面, c_2 面)が共有する底辺(x, x)を含む底面($Sx-Sx'$)から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面, a_2 面)の底辺(z, z)および他方の側面(b_1 面, b_2 面)の底辺(y, y)とを共に包含する共通の一底面($S-S'$)から該頂点(H_1)までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1 が hyz_1 が等しく、かつ、該底面($Sx-Sx'$)から頂点(H_1)までの高さ(hx_1)が、該底面($Sx-Sx'$)から他の頂点(H_2)の高さ(hx_2)より大きい三角錐型再帰反射素子が示されている。

【0053】図17には断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面(a_1 面, b_1 面, c_1 面; a_2 面, b_2 面, c_2 面; ...)によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子(R_1, R_2)は、方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸と垂線のなす角度(θ)を有する三角錐型キューブコーナー再帰反射シートが示されている。

【0054】図16~18の態様においては、2つの反射素子の2つの互いに向かい合う面(c_1 面, c_2 面)の共通の底辺(x)は、他の二つの底辺(y, z)により形成された菱形の底面($A_0-C_1-B_0-C_2$)の一組の相対する交点(A_0, B_0)を通らず、それより離れた位置(A_2, B_2)を通るように作られており、線分(A_0, B_0)と線分(A_2, B_2)

との距離（オフセット量）は例えば、他の相対する2つの交点（ C_1, C_2 ）の距離の±（2～20）%の範囲で適宜選択しうる。その結果、2つの素子（ R_1, R_2 ）の共通の底面（ $S-S'$ ）からの頂点（ H_1, H_2 ）までの高さ（ hx_1, hx_2 ）が異なり、かつ、互いに向かい合った2つの側面（ $c_1 ; A_2-B_2-H_1$ ）と他の側面（ $c_2 ; A_2-H_2-B_2$ ）は異なる形状及び面積をもつ。

【0055】図17に示される素子対において、2つの素子の互いに向かい合う面の共通底辺（ x ）と他の底辺

（ y, z ）を形成するV字状の溝は高さ hx_1 と hy_1 とが等しくなるように形成されているために、素子（ R_1 ）の他の側面（ a_1, b_1 ）は、他の素子（ R_2 ）の側面（ a_2, b_2 ）を形成するV字状の溝（ y, z ）により切り取られ再帰反射に寄与しない側面（ $A_0-A_2-H_1$ および $B_0-B_2-H_1$ ）が形成されることがある。

【0056】さらに、図18に示した三角錐型キューブコーナー型再帰反射素子対は、方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き（ θ ）を有しており、さらに、該三角錐型反射素子対の一方の素子（ R_1 ）の光学軸（ t_1 ）が、該光学軸（ t_1 ）と前記共通の一底面（ $S-S'$ ）との交点（ Q_1 ）から該素子対が共有する底辺（ x ）を包含して該共通底面（ $S-S'$ ）に垂直な平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ q_1 ）と、該素子の頂点（ H_1 ）から該共通底面（ $S-S'$ ）に下された垂線と該底面（ $S-S'$ ）との交点（ P_1 ）から該垂直平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ p_1 ）との差（ q_1-p_1 ）がプラス（+）となる方向に傾いている。また、高さが異なる他方の素子（ R_2 ）も光学軸

（ t_2 ）が、該光学軸（ t_2 ）と前記共通の一底面（ $S-S'$ ）との交点（ Q_2 ）から該素子対が共有する底辺（ x ）を包含して該共通底面（ $S-S'$ ）に垂直な平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ q_2 ）と、該素子の頂点（ H_2 ）から該共通底面（ $S-S'$ ）に下された垂線と該平面との交点（ P_2 ）から該垂直な平面（ $Lx-Lx'$ ）までの距離（ p_2 ）との差（ q_2-p_2 ）が同じくプラス（+）となる方向に傾いている。これらの素子の光学軸の傾斜角は方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き（ θ ）を有している。

【0057】さらに、図19には、本発明の他の態様の三角錐型キューブコーナー再帰反射シートを示した。

【0058】図19においても、断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面（ a_1 面、 b_1 面、 c_1 面； a_2 面、 b_2 面、 c_2 面；…）によって区切られた一对の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が共通する一底面（ $S-S'$ ）上の一方の側に突出するように最密充填状に配置されており、該一对の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面（ c_1 面、 c_2 面）が一つの底辺（ x ）を共有して対をなしており、該共通する底面（ $S-S'$ ）は、該一对の三角錐型再帰反射素子の一方の側面（ a_1 面、 a_2 面）の底辺（ z, z ）および他方の側面（ b_1 面、 b_2 面）の底辺（ y, y ）とを共に包含する共通の一平面であって、該底辺（ x ）を共有する該

一对の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面（ c_1 面、 c_2 面）が異なる形状であり、かつ、該共通の底面（ $S-S'$ ）からの頂点までの高さ（ hx_1, hx_2 ）が互いに異なる三角錐型キューブコーナー再帰反射シートが示されている。

【0059】しかしながら、図19においては多数のV溝の底辺（ x, x, x, \dots ）は、他の二つの底辺（ y, z ）により形成された菱形の底面の一組の相対する交点を通る多数の線（ x_0, x_0, x_0, \dots ）に一致せず、離れた位置を通るように形作られ、多数の線（ x_0 ）とV溝の底辺（ x ）との距離（オフセット量）はV字状の溝（ x, x, x, \dots ）の一本置きに多数の線（ x_0, x_0, x_0, \dots ）の左右になるように形作られている。この結果、左右同じ数だけ頂点までの高さが高い素子が形成されており、光学的に左右均等な三角錐型キューブコーナー再帰反射シートが形成され得る。

【0060】本発明の三角錐型再帰反射素子群を形成する一つの方法のV字状の溝（ x, x, x, \dots ）のピッチは、他の2つの方向の2組の底辺（ y, y 及び z, z ）により形成された菱形の底面（ $A_0-C_1-B_0-C_2$ ）の一組の相対する交点（ C_1, C_2 ）の距離に一致する。このV字状の溝（ x, x, x, \dots ）のピッチにわずかな偏差を与えると、V溝の底辺（ x ）にオフセット（例えば図11における線分（ A_0, B_0 ）と線分（ A_2, B_2 ）との距離）を与えることができる。さらに、このオフセット量はV字状の溝（ x, x, x, \dots ）の切削を繰り返すにつれて、V字状の溝（ x, x, x, \dots ）の数に比例して徐々に増大する。この結果、生成する三角錐型再帰反射素子（ R_1, R_2 ）の非対称性を徐々に変化させることができる。

【0061】一般に、光線が微小開口を通過するさいには、通過する開口面積に逆比例した強度で回折効果により光線に広がりをもたらす。この広がりは光源（ヘッドランプ）から離れた所にいる観察者（運転者）に対して反射光の視認性を改善する（観察角特性の改善）。三角錐型再帰反射素子において、光線が通過する開口とは三角錐の3つの側面（ a_1 面、 b_1 面、 c_1 面または a_2 面、 b_2 面、 c_2 面）に囲まれた他の面（素子底面）であり、その面積は素子の高さに比例して変化する。素子の高さが小さければ開口面積は減少し、従って、回折効果の増大により反射光の広がりが大きくなる。光追跡法によるコンピュータシミュレーションにもとづく計算によれば、素子の高さが50 μ m以下になると急激に反射光の広がりが増大する。しかしながら、過小の素子寸法は過大な光の広がりにより、光が入射した正面方向の再帰反射強度の低下をもたらす。

【0062】本発明における三角錐型再帰反射素子対は共通の一底面（ $Sx-Sx'$ ）からの2つの該素子（ R_1, R_2 ）の頂点（ H_1, H_2 ）までの高さ（ hx_1, hx_2 ）が互いに異なるために、左右の素子はそれぞれ異なる開口面積をもつことができ、高さの小さな素子は回折効果による再帰反射光の

広がり得られるので観察角特性が改善され、一方、高さの大きな素子は回折効果が過大にならず再帰反射強度が維持されるので、全体として観察角特性と反射強度の両方が優れた三角錐型キューブコーナー再帰反射シートを得ることが可能となる。

【0063】さらに本発明の三角錐型再帰反射素子によれば、たとえば、図9～図10や図13～図15に示されるように、互いに向かい合う左右の素子の高さが異なる三角錐型キューブコーナー再帰反射シートを得ることが可能となる。この結果、左右から入射する光の再帰反射特性が異なる新規な三角錐型キューブコーナー再帰反射シートを得ることが可能となる。図9～図10の素子においては図面右側に配置された高さの大きな素子群はすべて右方向に光学軸が傾斜しており、右方向に対して優れた再帰反射特性を示し、これらの図の左側に配置された小さな素子群はすべて左方向に光学軸が傾斜傾斜しているために、左方向に対して優れた観察角特性を示すことができる。

【0064】本発明における三角錐型再帰反射素子の光学軸 (t_1) は、該光学軸 (t_1) と前記共通の一底面 ($S-S'$) との交点 (Q_1) から該素子対が共有する底辺 (x) を包含して該共通底面 ($S-S'$) に垂直な平面 ($Lx-Lx'$) までの距離 (q_1) と、該素子の頂点 (H_1) から該共通底面 ($S-S'$) に下された垂線と該平面との交点 (P_1) から該垂直平面 ($Lx-Lx'$) までの距離 (p_1) との差 ($q_1 - p_1$) がプラス (+) またはマイナス (-) となる方向に、該光学軸 (t_1) と該垂線のなす角度 (θ) が $0.5 \sim 12^\circ$ 、好ましくは $0.6 \sim 10^\circ$ 、さらに好ましくは $0.6 \sim 1.5^\circ$ となるように傾いている。この結果、光学軸が傾けられているために、入射角が大きな場合でも再帰反射輝度の低下が起りにくい。

【0065】本発明における三角錐型再帰反射素子 (R_1, R_2) は、図9～図12に示されているように、多数の一对の三角錐型再帰反射素子 (R_1, R_2) の互いに向かい合った側面 (c_1 面, c_2 面) が共有する底辺 (x, x, \dots) を含む底面 ($Sx-Sx'$) から該三角錐型再帰反射素子 (R_1, R_2) の頂点 (H_1, H_2) までの高さを hx_1, hx_2 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子 (R_1, R_2) の一方の側面 (a_1 面, a_2 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b_1 面, b_2 面) の底辺 (y, y) とを共に包含する共通の一底面 ($S-S'$) から該頂点 (H_1) までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1 が hyz_1 より実質的に大きい三角錐型再帰反射素子となっており、その比率は、例えば hx_1 / hyz_1 が $1.05 \sim 1.5$ 、好ましくは $1.07 \sim 1.4$ の範囲になるように形成されているために、種々の光学的特性の改善が得られる。

【0066】この改善は、 hx_1 が hyz_1 より実質的に大きいために、 hx_1 と hyz_1 が等しい従来技術の c_1 の傾斜面に比べて、 c_1 面の面積を大きくすることができるために達成することができる。特に、 c_1 面に対して垂直に近い角度で入射した光、言い換えれば、大きな入射角の場合には、 c_1

面の面積が増大されているために、入射角特性の改善が顕著である。

【0067】さらに、上記 c_1 面の面積増大による光学的特性の改善は、光学軸を傾斜させた三角錐型反射素子、とりわけ、該三角錐型反射素子において距離 (p) と距離 (q) との差 ($q - p$) がプラスとなるような方向に光学軸が傾いている場合に、特に顕著である。

【0068】光学軸の傾斜のない正規三角錐型反射素子が、前述した ($q - p$) がプラスとなるようにその素子の持つ光学軸を傾斜させることにより、共通の底辺 (x) をもつ傾斜面 (c_1, c_2) の面積が、光学軸が傾斜しない素子の c_1, c_2 面の面積に比べて小さくなり、三面反射して再帰反射する確率が低下するという欠点がある。一方、入射した光線が三つの傾斜側面で反射して効率的に再帰反射するためには、三つの傾斜面の面積が等しいことが好ましい。しかしながら、 hx_1 と hyz_1 が等しい傾斜三角錐型反射素子では、傾斜角度の増大に伴い共有の底辺をもつ傾斜面 (c_1, c_2) の面積が他の2面 (a_1, b_1 及び a_2, b_2) に比べて小さくなるために、上記で説明した三面反射して再帰反射する確率が低下してしまう。この為に、正面から入射した光の再帰反射性能 (正面反射輝度) の低下のみならず、入射角が増大した時の再帰反射性能 (入射角特性) も低下する。

【0069】一方、本発明において、上記とは逆に ($q - p$) がマイナスとなるように光学軸が傾斜している場合にも、入射角特性が改善されが、($q - p$) がマイナスとなるようにその素子の持つ光学軸を傾斜させることにより、共有の底辺 (x) をもつ傾斜面 (c_1, c_2) の面積が傾斜前の面積に比べて過大となり、三面反射して再帰反射する確率が低下するという欠点がある。

【0070】本発明におけるマイナス傾斜の三角錐型再帰反射素子は多数の一对の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面 (c_1 面, c_2 面) が共有する底辺 (x, x, \dots) を含む底面 ($Sx-Sx'$) から該三角錐型再帰反射素子の頂点 (H_1) までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面 (a_1 面, a_2 面) の底辺 (z, z) および他方の側面 (b_1 面, b_2 面) の底辺 (y, y) とを共に包含する共通の一底面 ($S-S'$) から該頂点 (H_1) までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1 が hyz_1 より実質的に小さい三角錐型再帰反射素子となっており、その比率は hx_1 / hyz_1 が $0.67 \sim 0.95$ 、好ましくは $0.71 \sim 0.93$ の範囲になるように形成されている場合に、特に種々の光学的特性の改善が得られる。

【0071】この改善は、 hx_1 が hyz_1 よりも実質的に小であるために、 hx_1 と hyz_1 が等しい従来技術の c_1 の傾斜面に比べて、 c_1 面の面積を小さくすることができるために達成することができる。

【0072】また、本発明においては、共通する底面 ($Sx-Sx'$) 上に突出した多数の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の多数の底辺 (x, x, \dots) を包含する底面

10

20

30

40

50

($Sx-Sx'$) から該三角錐型反射素子対の頂点 (H_1, H_2) までの距離 (hx_1, hx_2) が $30\mu m \sim 400\mu m$ 、特に上記の距離 (hx_1, hx_2) が $50\mu m \sim 200\mu m$ 、殊に $60 \sim 100\mu m$ の三角錐型反射素子を有するキューブコーナー型再帰反射シートが好適である。

【0073】上記反射素子の高さ (hx_1, hx_2) のいずれかが $30\mu m$ 未満の場合は、反射素子の大きさが小さくなりすぎるために、反射素子の開口面積により定まる回折効果により、再帰反射光の発散が過大となり、再帰反射性能が低下する。また、高さ (hx_1, hx_2) のいずれかが $400\mu m$ を超える場合には、シートの厚さが過大となり、柔軟なシートが得られにくい。10

【0074】また本発明における一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子 (R_1, R_2) の3つの反射側面 (a_1 面, b_1 面, c_1 面, 又は a_2 面, b_2 面, c_2 面) が互いになす角度 (プリズム頂角; a_1 面 - b_1 面頂角, b_1 面 - c_1 面頂角, c_1 面 - a_1 面頂角, 又は a_2 面 - b_2 面頂角, b_2 面 - c_2 面頂角, c_2 面 - a_2 面頂角) は実質的に直角となるが、必ずしも厳密な意味で直角 (90.000°) でなく、観察角特性を改善するために、直角から極く僅かに角度偏差を与えるのが好ましい。該プリズム頂角に極く僅かに角度偏差を与えることによって、得られる三角錐型キューブコーナー再帰反射素子からの再帰反射光を適度に発散させて観察角特性の改善を行うことができる。20

【0075】これら角度偏差を与える方法としては、三角錐型キューブコーナー再帰反射素子を形成する3つの方向のV字状の溝 (x, y 及び z) の切削に際して、少なくとも1つの方向のV字状の溝の角度を、プリズム頂角が直角を形成する角度から僅かに、対称の形で偏差を与えて切削することができる。この偏差を与える方法は、左右対称な切削工具を用いることにより達成される。30

【0076】これら角度偏差を与える他の方法としては、三角錐型キューブコーナー再帰反射素子を形成する3つの方向のV字状の溝 (x, y 及び z) の切削に際して、少なくとも1つの方向のV字状の溝の角度を、プリズム頂角が直角を形成する角度から僅かに、左右非対称の形状で偏差を与えて切削することができる。この偏差を与える方法は左右非対称の切削工具を用いたり、左右対称な切削工具をわずかに傾斜することにより達成される。

【0077】このようにV字状の溝の角度を、プリズム頂角が垂直を形成する角度から僅かに偏差を与えることにより、形成される三角錐型再帰反射素子の三つの側面 (a_1 面, b_1 面, c_1 面, 又は a_2 面, b_2 面, c_2 面) のそれぞれのプリズム頂角 (a_1 面 - b_1 面頂角, b_1 面 - c_1 面頂角, c_1 面 - a_1 面頂角, 又は a_2 面 - b_2 面頂角, b_2 面 - c_2 面頂角, c_2 面 - a_2 面頂角) のうち少なくとも一つのプリズム頂角に、直角 (90.000°) から極く僅かに角度偏差を与えることができ、これによって三角錐型反射素子からの反射光を完全な再帰反射の方向から適度に発散させることが可能となる。本発明における三角錐型再帰反射素子の反射側面 (a 40

1 面, b_1 面, c_1 面, 又は a_2 面, b_2 面, c_2 面) が互いに交差することによって形成される少なくとも一つのプリズム頂角の大きさが 90.000° から $\pm (0.01^\circ \sim 0.4^\circ)$ 、好ましくは $\pm (0.001^\circ \sim 0.2^\circ)$ の範囲内で僅かに偏差するようにV字状の溝の角度を偏差させるのが好ましい。

【0078】本発明の三角錐型キューブコーナー再帰反射シートは、一般に、以上述べたような三角錐型反射素子の形状が反転された凹形状として、金属製のベルト上に最密充填状に配置されたキューブコーナー成形用金型を用い、この成形用金型に、後記するような柔軟で且つ光学的透明性、均一性に優れた適宜の樹脂シートを加熱押圧して、該金型の形状を樹脂シートに反転・転写させて製造することができる。

【0079】上記のキューブコーナー成形用金型の代表的な製造方法については、例えば前記 Stamm の米国特許第3,712,706号に詳細に記載されており、本発明においてもこの方法に準じた方法を採用することができる。

【0080】具体的には、例えば、表面を平坦に研削した基材の上に、先端角度が $73.4 \sim 81.0^\circ$ 程度の超硬質のバイト (例えばダイヤモンドバイト、タングステンカーバイド製バイト等) を用いて、2つの方向 (例えば図9の y 方向及び z 方向) に、目的の三角錐型反射素子の形状に即して、それぞれの方向の繰返しピッチ及び溝の深さ (例えば、図10の hx_1, hyz_1 及び hx_2, hyz_2)、並びに相互の交差角度を定めて、その溝の深さ (hx_1, hyz_1 及び hx_2, hyz_2) が同じで断面形状が実質的に対称のV字状の平行溝を切削し、次いで、第3方向 (x 方向) を、先端角度が $64.5 \sim 46.5^\circ$ 程度の同様の超硬質バイトを用いて、形成されている y 方向溝と z 方向溝との交点を通らずに、これら二方向の交差角度 (ここでは鋭角の方を「交差角度」という) の補角を二等分するような繰返しピッチ (図9及び図11の線 x の繰返しピッチ) でV字状平行溝を切削することにより、凸状の微小な三角錐が最密充填状に配置されたマイクロプリズム母型を作成する。本発明においてはこの時、 x 方向溝の深さ (hx_1, hx_2) は、 y 方向及び z 方向の溝の深さ (hyz_1, hyz_2) と同一でも良いが、 y 方向及び z 方向の溝の深さ (hyz_1, hyz_2) よりも深くするか、又は浅くする方が好ましい。

【0081】本発明における好適な態様では、 y 方向及び z 方向の繰返しピッチ $100 \sim 810\mu m$ の幅、溝の深さ (hyz_1, hyz_2) は $50 \sim 400\mu m$ 、相互の交差角度は $43 \sim 55^\circ$ 、そして x 方向の溝の深さ (hx_1, hx_2) は $75 \sim 600\mu m$ 程度の範囲である。

【0082】前記マイクロプリズム母型の作成に好適に用いることのできる基材としては、ビッカース硬さ (JIS Z 2244) が350以上、特に380以上の金属材料が好ましく、具体的には、例えば、アモルファス銅、電析ニッケル、アルミニウム等を挙げることができ、合金系材料としては、例えば、銅-亜鉛合金 (真鍮)、銅-錫-亜鉛合金、ニッケル-コバルト合金、ニッケル-亜鉛合金、アルミニウ 50

ム合金等を挙げることができる。

【0083】また前記基材としては、合成樹脂材料の使用も可能であり、切削加工時に軟化して高精度の切削が困難となるなどの不都合が生じにくい等の理由から、そのガラス転移点が150℃以上、特に200℃以上で且つロックウェル硬さ（JIS Z 2245）が70以上、特に75以上の合成樹脂からなる材料であるのが好ましく、具体的には、例えば、ポリエチレンテレフタレート系樹脂、ポリブチレンテレフタレート系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリメチルメタクリレート系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリアリレート系樹脂、ポリエーテルサルフォン系樹脂、ポリエーテルイミド系樹脂及びセルローストリアセテート系樹脂等を挙げることができる。

【0084】次に得られたマイクロプリズム母型は、その表面を電鍍加工を行うことにより金属被膜が形成される。この金属被膜を母型表面から取り外すことにより、本発明の三角錐型コーナーキューブ再帰反射シートの成形に用いるための金属製金型を作成することができる。

【0085】電鍍加工は、一般に、例えば、スルファミン酸ニッケル60重量%水溶液中、40℃、電流条件10A/dm²程度の条件下で行われる。電鍍層の形成速度としては、例えば、0.02mm/時間以下程度とすることにより均一な電鍍層が得られやすく、それ以上の形成速度においては表面の平滑性の欠如や電鍍層の中に欠損部分が生じるなどの不具合が起こりやすい。

【0086】このようにしてプリズム母型から作成した第1世代の電鍍金型は、さらに第2世代の電鍍金型を作成するのに用いる電鍍マスターとして、繰り返し用いることができる。従って、一つのプリズム母型から幾つもの電鍍金型を作成することが可能である。

【0087】作成された複数個の電鍍金型は、精密に切断された後に、合成樹脂によるマイクロプリズムシートの成形を行うための最終的な金型の大きさまで組み合わせ接合して用いることができる。この接合の方法としては、切断端面を単に突き合わせる方法や、組み合わせた接合部分を、例えば電子ビーム溶接、YAGレーザー溶接、炭酸ガスレーザー溶接などの方法で溶接する方法などが採用可能である。

【0088】組み合わされた電鍍金型は、合成樹脂成形用金型として合成樹脂の成形に用いられる。この合成樹脂成形の方法としては圧縮成形や射出成形を採用することができる。

【0089】圧縮成形は、例えば、形成した薄肉状のニッケル電鍍金型、所定の厚さの合成樹脂シート及びクッション材として厚さ5mm程度のシリコンゴム製シートを、所定の温度に加熱された圧縮成形プレスに挿入した後、成形圧の10～20%の圧力下で30秒予熱を行った後、180～250℃、10～30kg/cm²程度の条件下で約2分間加熱加圧することにより行うことができる。しかるのち、加圧状態のままで室温まで冷却して圧力を開放することによ

り、プリズム成形品を得ることが可能である。

【0090】さらに、例えば、上記方法で形成した厚さ約0.5mmの薄肉電鍍金型を、前記溶接法により接合してエンドレスベルト金型を作成し、このベルト金型を加熱ロールと冷却ロールとからなる1対のロール上に設置して回転させ、加熱ロール上にあるベルト金型に、溶融した合成樹脂をシート状の形状で供給し、1個以上のシリコン製ロールで加圧成形を行った後、冷却ロール上でガラス転移点温度以下に冷却して、ベルト金型から引き剥がすことにより連続したシート状の製品を得ることが可能である。

【0091】次に本発明のキューブコーナー型再帰反射シートの好適な構造の一態様について、その断面図である図20を参照しながら説明する。

【0092】図20において、4は本発明の三角錐型反射素子（R₁、R₂）が最密充填状に配置された反射素子層、3は反射素子を保持する保持体層であり、11は光の入射方向である。反射素子層（4）および保持体層（3）は一体（5）であるのが普通であるが、別々の層を積層しても構わない。本発明における再帰反射シートの使用目的、使用環境に応じて表面保護層（1）、観測者に情報を伝達したりシートの着色のための印刷層（2）、反射素子層の裏面に水分が侵入するのを防止するための封入密封構造を達成するための結合材層（7）、結合材層（7）を支持する支持体層（8）、および、該再帰反射シートを他の構造体に貼付するために用いる接着剤層（9）と剥離材層（10）とを設けることができる。

【0093】印刷層（2）は通常、表面保護層（1）と保持体層（3）の間、あるいは、表面保護層（1）の上や反射素子（4）の反射面上に設置することが出来、通常グラビア印刷、スクリーン印刷およびインクジェット印刷などの手段により設置可能である。

【0094】上記反射素子層（4）および保持体層（3）を構成する材料としては本発明の一つの目的である柔軟性を満足するものであれば特に限定されるものではないが、光学的透明性、均一性のあるものが好ましい。本発明において使用し得る材料の例としては、ポリカーボネート樹脂、塩化ビニール樹脂、（メタ）アクリル樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ポリエステル樹脂、フッ素樹脂、ポリエチレン樹脂やポリプロピレン樹脂などのオレフィン樹脂、セルロース系樹脂及びウレタン樹脂などを例示できる。また、耐候性を向上する目的で紫外線吸収剤、光安定剤及び酸化防止剤などをそれぞれ単独あるいは組み合わせることで用いることが出来る。さらに、着色剤としての各種の有機顔料、無機顔料、蛍光顔料および染料、蛍光染料などを含有させることが出来る。

【0095】表面保護層（1）には再帰反射素子層（4）に用いたのと同じ樹脂を用いることが出来るが耐候性を向上する目的で紫外線吸収剤、光安定剤及び酸化防止剤などをそれぞれ単独あるいは組み合わせることで用いることが出来

る。さらに、着色剤としての各種の有機顔料、無機顔料、蛍光顔料および染料、蛍光染料などを含有させることが出来る。

【0096】本発明における反射素子層(4)は内部全反射条件を満足する臨界角度を大きくする目的でキューブコーナー再帰反射素子背面に空気層(6)を設置するのが一般的である。使用条件下において水分の侵入による臨界角の低下および金属層の腐食などの不具合を防止するために反射素子層(4)と支持体層(8)とは結合剤層(7)によって密封封入されるのが好ましい。

【0097】この密封封入の方法としては米国特許第3,190,178号、第4,025,159号、日本公開実用新案昭和50-28,669号等に示されている方法が採用できる。結合剤層(7)に用いる樹脂としては(メタ)アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アルキッド樹脂、エポキシ樹脂などがあげられ、接合の方法としては公知の熱融着性樹脂接合法、熱硬化性樹脂接合法、紫外線硬化性樹脂接合法、電子線硬化性樹脂接合法などが適宜採用可能である。

【0098】本発明に用いる結合剤層(7)は支持体層(8)の全面にわたって塗布しうるし、再帰反射素子層との接合部分に印刷法などの方法により選択的に設置することも可能である。

【0099】支持体層(8)を構成する材料の例としては再帰反射素子層を構成する樹脂や一般のフィルム成形可能な樹脂、繊維、布、ステンレスやアルミニウムなどの金属箔または板をそれぞれ単独または複合して用いることが出来る。

【0100】本発明の再帰反射シートを金属板、木板、ガラス板、プラスチック板などに貼付するために用いる接着層(9)および該接着剤のための剥離層(10)は、適宜、公知のものを選択することができる。接着剤としては感圧型接着剤、感熱型接着剤、架橋型接着剤などを適宜選択できる。感圧接着剤としてはブチルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、イソオクチルアクリレート、ノニルアクリレートなどアクリル酸エステルをアクリル酸、酢酸ビニルなどと共重合して得られるポリアクリル酸エステル粘着剤やシリコン樹脂系粘着剤、ゴム系粘着剤などを用いる事ができる。感熱型接着剤としてはアクリル系、ポリエステル系、エポキシ系樹脂などを用いる事ができる。

【0101】次に、本発明のキューブコーナー型再帰反射シートの他の好適な構造の一態様について、その断面図である図21を参照しながら説明する。

【0102】図21において、反射素子(4)の素子の表面には金属の鏡面反射層(12)が設置されており、さらに、接着剤相と剥離剤層とが鏡面反射層(12)に直接接触されて積層されている。この態様におけるキューブコーナー型再帰反射シートは鏡面反射原理で再帰反射するために空気層を必要とせず、したがって、結合剤層と支持体層を必要としない。

【0103】本発明の三角錐キューブコーナー型再帰反射シートは、反射素子(4)の表面上に、真空蒸着、化学メッキ、スパッタリングなどの手段を用いて、アルミニウム、銅、銀、ニッケルなどの金属からなる鏡面反射層(12)を設けることができる。鏡面反射層(12)を設ける方法のうち、アルミニウムを用いた真空蒸着法が、蒸着温度を低くすることができるため、蒸着工程における再帰反射素子の熱変形を最小に抑えることができ、また得られる鏡面反射層(12)の色調も最も明るくなるので好ましい。

10 【0104】上記アルミニウム鏡面反射層(12)の連続蒸着処理装置は、真空度が $7 \sim 9 \times 10^{-4}$ mmHg程度に維持できる真空容器、その中に設置された基体シート及びその光入射側表面上に積層された表面保護層の2層からなるプリズム原反シートを繰り出す巻出装置、蒸着処理されたプリズム原反シートを巻き取る巻取装置、並びに、それらの間にあって、黒鉛坩堝中で電熱ヒーターでアルミニウムを溶融させることが可能な加熱装置よりなっている。黒鉛坩堝中には純度が99.99重量%以上の純アルミニウムペレットが投入され、例えば、交流電圧350~360V、電流が115~120A、処理速度が30~70m/分の条件で溶融され、蒸気化されたアルミニウム原子によって再帰反射素子の表面が鏡面反射層(12)を例えば800~2000Åの厚さで蒸着処理されることができる。

【0105】以下、実施例によって本発明をさらに具体的に説明する。

【0106】

【実施例】<実施例1>表面を平坦に切削した100mm角の真鍮板の上に、先端角度が71.52'のダイヤモンドバイトを用いてy方向、及びz方向のV字状の溝の繰返しピッチが210.88μmであり、V字状の溝の深さが100μmであって、y方向とz方向とのV字状の溝の交差角度が58.76'となるように、y方向、及びz方向の断面形状が対称なV字状の多数の平行溝群を繰返しのパターンでフライカッティング法によって切削した。

【0107】しかる後に、x方向のV字状の溝を、先端角度が68.53'のダイヤモンドバイトを用いて、V字状の溝の繰返しピッチが214.92μm、V字状の溝の深さが115μmであり、y方向の溝とz方向の溝との2つの交点を結ぶ直線と並行で、該直線からのオフセット量が11μmとなるようにx方向の断面形状が対称なV字状の平行溝群を繰返しのパターンで切削し、真鍮板上に凸形状の多数の三角錐型キューブコーナー素子群が最密充填状に配置された母型を形成した。

【0108】このようにして形成した三角錐型再帰反射素子対の、頂点(H₁)から底面(Sx-Sx')までの高さ(h_{x1})は115μmで、頂点(H₂)から底面(Sx-Sx')までの高さ(h_{x2})は100μmであり、また、頂点(H₁)から底面(S-S')までの高さ(h_{y21})は100μmで、頂点(H₂)から底面(S-S')までの高さ(h_{y22})は85μmであった。また、この三角錐型再帰反射素子の光学軸傾斜角(θ)は+

1'であり、反射素子を構成する3つの側面の頂角はいずれも90'であった。

【0109】この真鍮製母型を用いて、濃度が55%のスルファミン酸ニッケル液を用いて電鍍法により、材質がニッケルであって、形状が反転された凹形状のキューブコーナー成形用金型を作成した。この成形用金型を用いて、厚さ200 μm のポリカーボネート樹脂シート（三菱エンジニアリングプラスティックス株式会社製「ユーピロン H3000」）を成形温度200 $^{\circ}\text{C}$ 、成形圧力50 kg/cm^2 の条件で圧縮成形した後に、加圧下で30 $^{\circ}\text{C}$ まで冷却してから樹脂シートを取り出して、表面に保持体層の厚さが約150 μm の多数の三角錐型再帰反射素子を最密充填状に配置したポリカーボネート樹脂製の三角錐型キューブコーナー型再帰反射シートを作成した。

<実施例2>実施例1と同じように、y方向、及びz方向のV字状の溝の繰り返しピッチが164.18 μm であり、V字状の溝の深さが80 μm であって、y方向とz方向とのV字状の溝の交差角度が50.68'となるように、y方向、及びz方向の断面形状が対称なV字状の多数の平行溝群を繰り返しのパターンでフライカッティング法によって切削した。

【0110】しかる後に、x方向のV字状の溝を、先端角度が64.66'のダイヤモンドバイトを用いて、V字状の溝の繰り返しピッチが191.81 μm 、V字状の溝の深さが92 μm であり、y方向の溝とz方向の溝との2つの交点を結ぶ直線と並行で、該直線からのオフセット量が10 μm となるようにx方向の断面形状が対称なV字状の平行溝群を繰り返しのパターンで切削し、真鍮板上に凸形状の多数の三角錐型キューブコーナー素子群が最密充填状に配置された母型を形成した。

【0111】このようにして形成した三角錐型再帰反射素子対の、頂点 (H_1) から底面 ($Sx-Sx'$) までの高さ (hx_1) は92 μm で、頂点 (H_2) から底面 ($Sx-Sx'$) までの高さ (hx_2) は80 μm であり、また、頂点 (H_1) から底面 ($S-S'$) までの高さ (hyz_1) は80 μm で、頂点 (H_2) から底面 ($S-S'$) までの高さ (hyz_2) は68 μm であった。また、この三角錐型再帰反射素子の光学軸傾斜角 (θ) は+8'であり、反射素子を構成する3つの側面の頂角はいずれも90'であった。

【0112】さらに、実施例1と同じ方法で、表面に保持体層の厚さが約150 μm の多数の三角錐型再帰反射素子を最密充填状に配置したポリカーボネート樹脂製の三角錐型キューブコーナー型再帰反射シートを作成した。

<実施例3>実施例1と同じように、y方向、及びz方向のV字状の溝の繰り返しピッチが218.28 μm であり、V字状の溝の深さが110 μm であって、y方向とz方向とのV字状の溝の交差角度が64.66'となるように、y方向、及びz方向の断面形状が対称なV字状の多数の平行溝群を繰り返しのパターンでフライカッティング法によって切削した。

【0113】しかる後に、x方向のV字状の溝を、先端角度が78.53'のダイヤモンドバイトを用いて、V字状の溝の繰

り返しピッチが204.08 μm 、V字状の溝の深さが100 μm であり、y方向の溝とz方向の溝との2つの交点を結ぶ直線と並行で、該直線からのオフセット量が10 μm となるようにx方向の断面形状が対称なV字状の平行溝群を繰り返しのパターンで切削し、真鍮板上に凸形状の多数の三角錐型キューブコーナー素子群が最密充填状に配置された母型を形成した。

【0114】このようにして形成した三角錐型再帰反射素子対の、頂点 (H_1) から底面 ($Sx-Sx'$) までの高さ (hx_1) は100 μm で、頂点 (H_2) から底面 ($Sx-Sx'$) までの高さ (hx_2) は110 μm であり、また、頂点 (H_1) から底面 ($S-S'$) までの高さ (hyz_1) は100 μm で、頂点 (H_2) から底面 ($S-S'$) までの高さ (hyz_2) は90 μm であった。また、この三角錐型再帰反射素子の光学軸傾斜角 (θ) は-4'であり、反射素子を構成する3つの側面の頂角はいずれも90'であった。

【0115】さらに、実施例1と同じ方法で、表面に保持体層の厚さが約150 μm の多数の三角錐型再帰反射素子を最密充填状に配置したポリカーボネート樹脂製の三角錐型キューブコーナー型再帰反射シートを作成した。

<比較例1>実施例1と同じように、y方向、及びz方向のV字状の溝の繰り返しピッチが210.88 μm であり、V字状の溝の深さが100 μm であって、y方向とz方向とのV字状の溝の交差角度が58.76'となるように、y方向、及びz方向の断面形状が対称なV字状の多数の平行溝群を繰り返しのパターンでフライカッティング法によって切削した。しかる後に、x方向のV字状の溝を、先端角度が68.53'のダイヤモンドバイトを用いて、V字状の溝の繰り返しピッチが214.92 μm 、V字状の溝の深さが100 μm のV字状の平行溝群を繰り返しのパターンで切削し、真鍮板上に凸形状の多数の三角錐型キューブコーナー素子群が最密充填状に配置された母型を形成した。

【0116】このようにして形成した三角錐型再帰反射素子対の、頂点 (H_1, H_2) から底面 ($Sx-Sx'$) までの高さ (hx_1, hx_2) は100 μm であり、また、頂点 (H_1, H_2) から底面 ($S-S'$) までの高さ (hyz_1, hyz_2) も100 μm であった。この三角錐型再帰反射素子の光学軸傾斜角 (θ) は+1'であり、反射素子を構成する3つの側面の頂角はいずれも90'であった。

【0117】さらに、実施例1と同じ方法で、表面に保持体層の厚さが約150 μm の多数の三角錐型再帰反射素子を最密充填状に配置したポリカーボネート樹脂製の三角錐型キューブコーナー型再帰反射シートを作成した。

<比較例2>実施例1と同じように、y方向、及びz方向のV字状の溝の繰り返しピッチが218.28 μm であり、V字状の溝の深さが100 μm であって、y方向とz方向とのV字状の溝の交差角度が64.66'となるように、y方向、及びz方向の断面形状が対称なV字状の多数の平行溝群を繰り返しのパターンでフライカッティング法によって切削した。しかる後に、x方向のV字状の溝を、先端角度が78.53'のダイ

アモンドバイトを用いて、V字状の溝の繰返しピッチが $204.08\mu\text{m}$ 、V字状の溝の深さが $100\mu\text{m}$ のV字状の平行溝群を繰返しのパターンで切削し、真鍮板上に凸形状の多数の三角錐型キューブコーナー素子群が最密充填状に配置された母型を形成した。

【0118】このようにして形成した三角錐型キューブコーナー再帰反射素子対の、頂点 (H_1, H_2) から底面 ($Sx-Sx'$) までの高さ (hx_1, hx_2) は $100\mu\text{m}$ であり、また、頂点 (H_1, H_2) から底面 ($S-S'$) までの高さ (hyz_1, hyz_2) も $100\mu\text{m}$ であった。この三角錐型再帰反射素子の光学軸傾斜角 (θ) は $-4'$ であり、反射素子を構成する3つの側面の頂角はいずれも $90'$ であった。

【0119】さらに、実施例1と同じ方法で、表面に保持体層の厚さが約 $150\mu\text{m}$ の多数の三角錐型再帰反射素子を最密充填状に配置したポリカーボネート樹脂製の三角錐型キューブコーナー型再帰反射シートを作成した。

【0120】第1表に、上記実施例1〜3及び比較例1, 2で作成した三角錐型キューブコーナー再帰反射シートについて再帰反射係数 (反射輝度の単位は、いずれも $\text{cd}/\text{lx}\cdot\text{m}^2$) を測定し、その値を示した。

【0121】再帰反射係数の測定は日本工業規格 JIS Z8714-1995 に規定される再帰反射体—光学的特性—測定方法に規定された測光的測定方法に基づいて行い、観測角と入射角の組合せを $0.2^\circ/5^\circ$ 、 $0.2^\circ/15^\circ$ 、 $0.2^\circ/30^\circ$ 及び $0.33^\circ/5^\circ$ 、 $1.0^\circ/5^\circ$ として測定した。

第1表

(cd/lx.m ²)						
観測角	入射角	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
0.2°	5°	1,182	1,085	1,176	1,026	1,086
0.2°	15°	1,104	1,082	927	1,003	883
0.2°	30°	951	864	879	894	771
0.2°	40°	457	384	387	124	210
0.33°	5°	453	391	417	364	310
1.0°	5°	129	167	210	92	88

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術の三角錐型再帰反射素子において、2方向のV字状の溝で形成される底辺形状が菱形の途中形状の平面図と側面図。

【図2】引用例 (米国特許第5,600,484号) に記載される三角錐型再帰反射素子において、2方向のV字状の溝で形成される底辺形状が菱形の途中形状の平面図と側面図。

【図3】従来技術の三角錐型再帰反射素子の平面図と側面図。

【図4】引用例 (米国特許第5,600,484号) に記載される三角錐型再帰反射素子の平面図と側面図。

【図5】従来技術の三角錐型再帰反射素子対の平面図。

【図6】図5の断面図。

* 【0122】上記実施例1〜3および比較例1, 2で作成した三角錐型キューブコーナー再帰反射シートについて入射角特性を見るために、観測角を 0.2° と一定にし、入射角を 5° 、 15° 、 30° および 40° と変えて各試料の再帰反射係数を測定し、図22に、入射角を横軸とし、縦軸には各入射角における再帰反射係数との関係を示した。

【0123】さらに、上記実施例1〜3および比較例1, 2で作成した三角錐型キューブコーナー再帰反射シートについて観測角特性を見るために、入射角を 5° と一定にし、観測角を 0.2° 、 0.33° および 1.0° と変えて各試料の再帰反射係数を測定し、図23に、観測角を横軸とし、縦軸には各入射角における再帰反射係数を対数軸として関係を示した。

【0124】第1表、図22及び図23に示されるように、実施例1〜3で作成した本発明による三角錐型キューブコーナー再帰反射シートは、いずれも大きな入射角、特に入射角 40° における再帰反射係数の改善が顕著であり、また大きい観測角における再帰反射係数の改善も顕著であるのに対して、比較例1または比較例2で作成した従来技術の三角錐型キューブコーナー再帰反射シートは入射角 40° や観測角 1.0° における輝度低下が顕著であった。

【0125】

【表1】

【図7】従来技術の三角錐型再帰反射素子群の平面図。

【図8】図7の断面図。

【図9】本発明のプラス傾斜の三角錐型再帰反射素子群の平面図。

【図10】図9の断面図。

【図11】図9の三角錐型再帰反射素子対の平面図。

【図12】図11の断面図。

【図13】本発明のマイナス傾斜の三角錐型再帰反射素子群の平面図。

【図14】図13の三角錐型再帰反射素子対の平面図。

【図15】図14の断面図。

【図16】本発明の他の態様であるプラス傾斜の三角錐型再帰反射素子群の平面図。

【図17】図16の三角錐型再帰反射素子対の平面図。

【図 18】図 17 の断面図。

【図 19】本発明のさらに他の態様であるプラス傾斜のプリズム集合面の平面図。

【図 20】本発明の三角錐型キューブコーナー型再帰反射シートの断面図。

【図 21】本発明の三角錐型キューブコーナー型再帰反射シートの他の好適な構造の断面図。

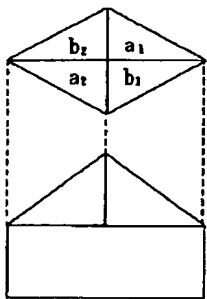
【図 22】本発明の実施例及び比較例で作成した三角錐型再帰反射シートの再帰反射係数と入射角の関係をグラフにしたもの。

【図 23】本発明の実施例と比較例で作成した三角錐型再帰反射シートの再帰反射係数と観察角の関係をグラフにしたもの。

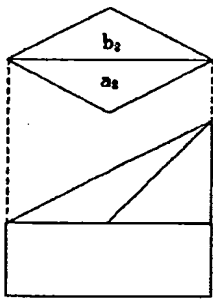
* 【符号の説明】

- 1 表面保護層
- 2 印刷層
- 3 保持体層
- 4 反射素子層
- 5 保持体層 + 反射素子層
- 6 空気層
- 7 結合剤層
- 8 支持体層
- 9 接着剤層
- 10 剥離材層
- 11 入射光
- 12 鏡面反射層

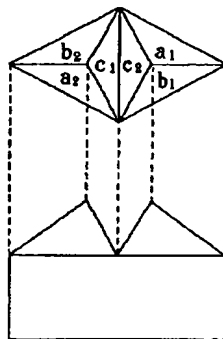
【図 1】



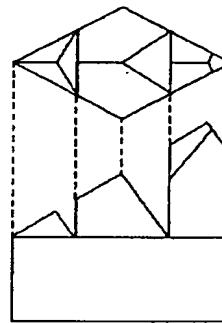
【図 2】



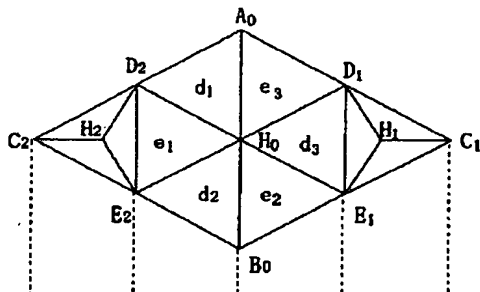
【図 3】



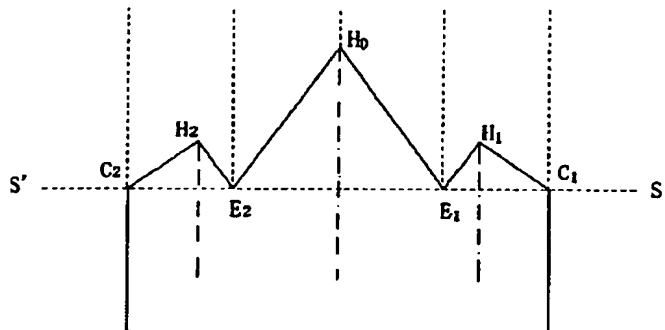
【図 4】



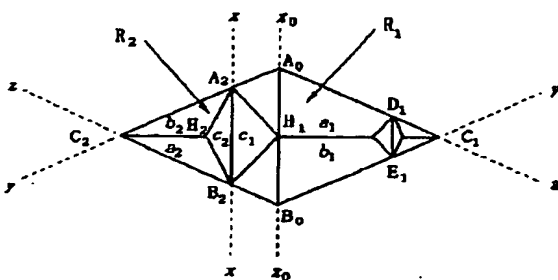
【図 5】



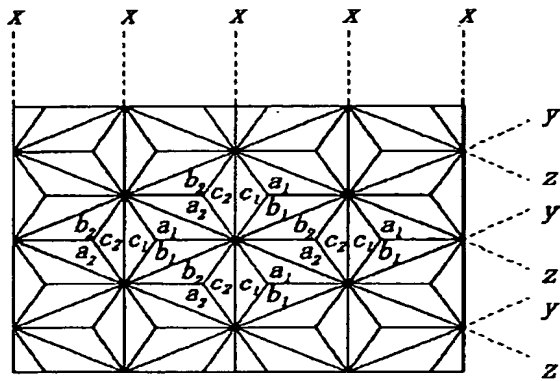
【図 6】



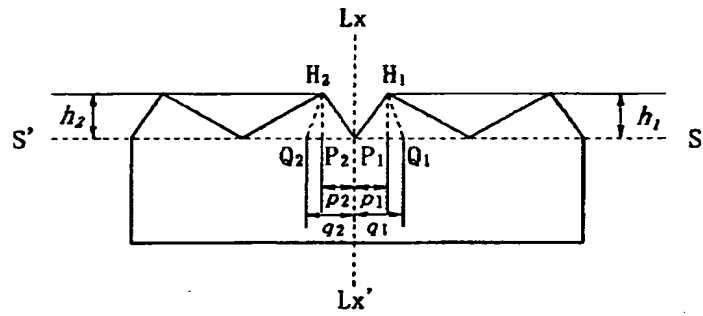
【図 17】



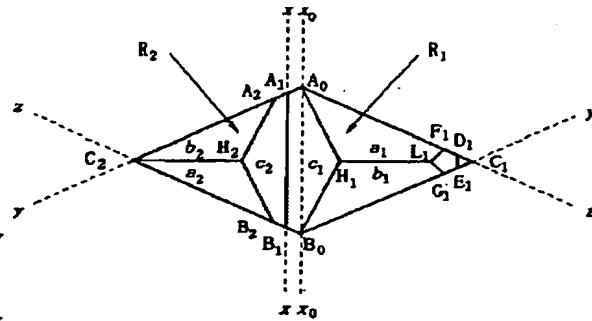
【図7】



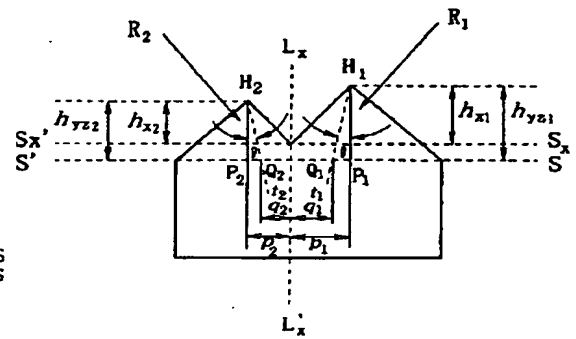
【図8】



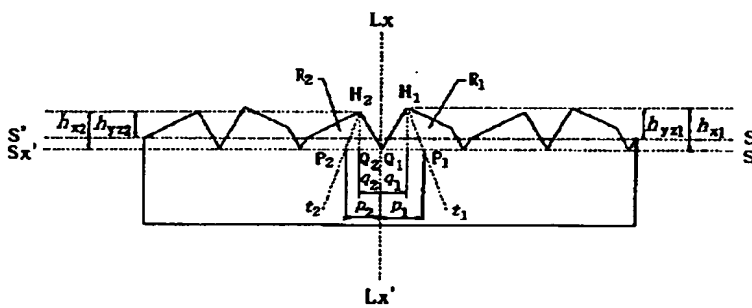
【図11】



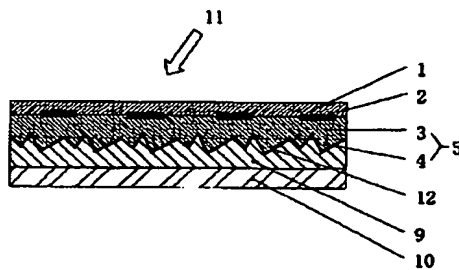
【図15】



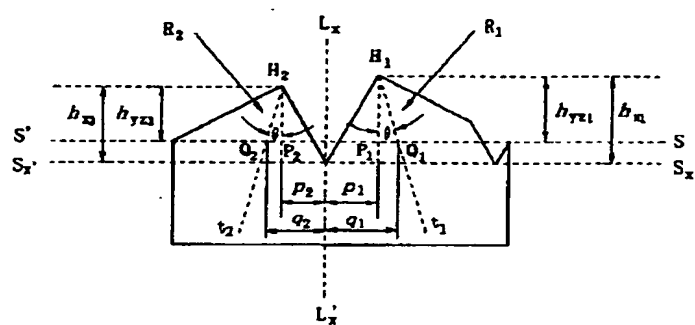
【図10】



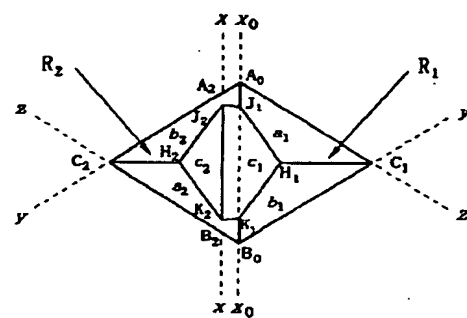
【図21】



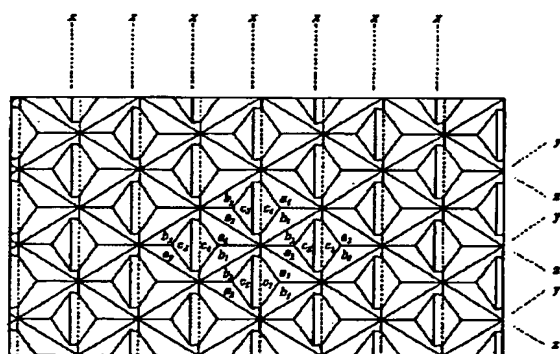
【図 12】



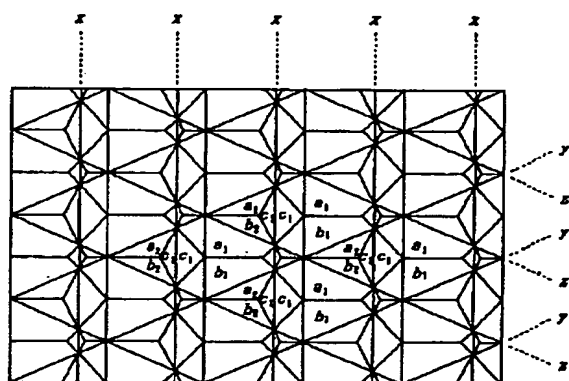
【図 14】



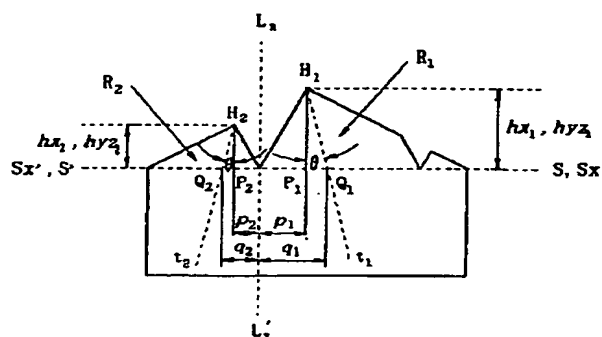
【図 13】



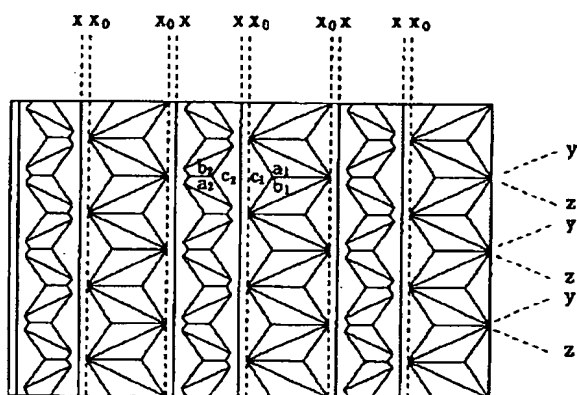
【図 16】



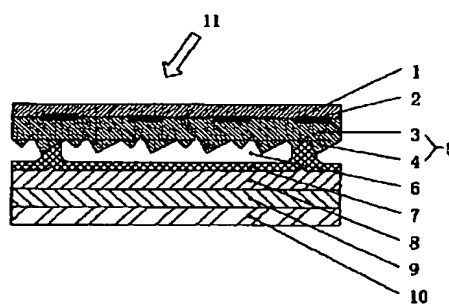
【図18】



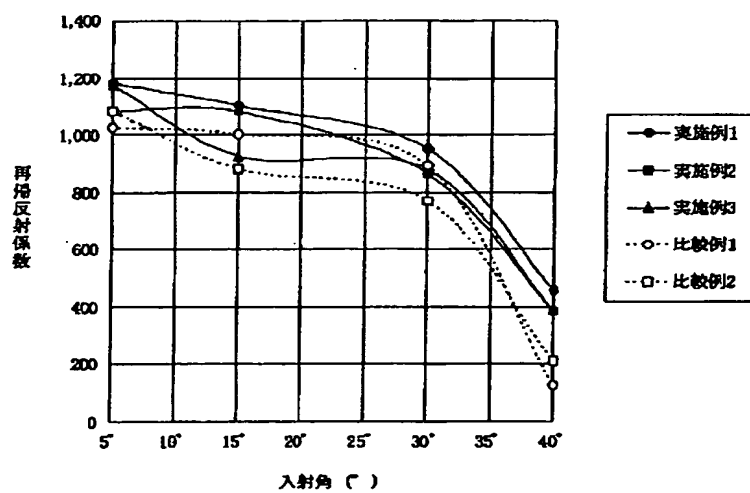
【図19】



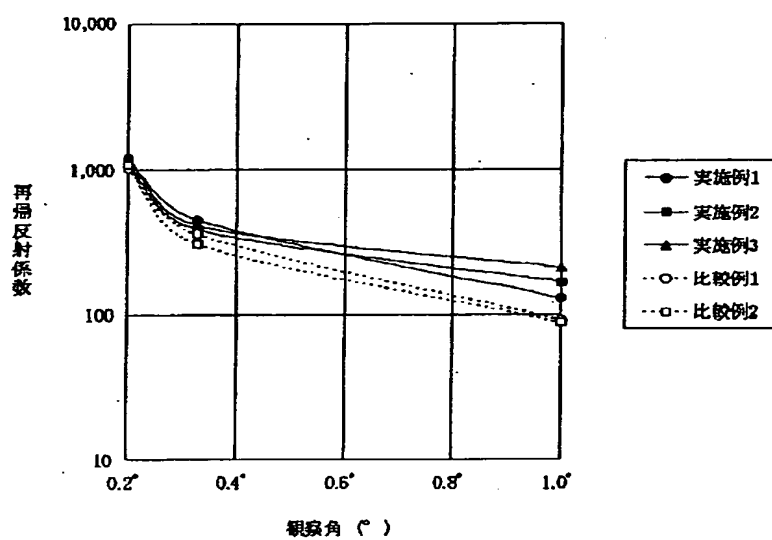
【図20】



【図22】



【図 23】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成14年4月10日(2002. 4. 10)

【公開番号】特開2001-264525(P2001-264525A)

【公開日】平成13年9月26日(2001. 9. 26)

【年通号数】公開特許公報13-2646

【出願番号】特願2000-72279(P2000-72279)

【国際特許分類第7版】

G02B 5/124

B60Q 1/30

【F I】

G02B 5/124

B60Q 1/30 A

【手続補正書】

【提出日】平成13年12月21日(2001. 12. 21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面(a₁面、b₁面、c₁面；a₂面、b₂面、c₂面；…)，によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が共通する一底面(S-S')上の一方向の側に突出するように最密充填状に配置されており、該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が一つの底辺(x)を共有して対をなしており、該底面(S-S')は、該一対の三角錐型再帰反射素子の一方向の側面(a₁面、a₂面)の底辺(z、z)および他方の側面(b₁面、b₂面)の底辺(y、y)を共に包含する共通の一平面であって、該底辺(x)を共有する該一対の三角錐型再帰反射素子は、互いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が異なる形状を有し、かつ、該底面(S-S')からの頂点までの高さが互いに異なることを特徴とする三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項2】 断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面(a₁面、b₁面、c₁面；a₂面、b₂面、c₂面；…)によって区切られた一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一対の三角錐型キューブコーナー再帰反射素子は、方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸と垂線のなす角度(θ)を有する請求項1に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項3】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互

いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が共有する底辺(x、x、…)を含む底面(Sx-Sx')から三角錐型再帰反射素子の頂点(H₁)までの高さをhx₁とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方向の側面(a₁面、a₂面)の底辺(z、z)および他方の側面(b₁面、b₂面)の底辺(y、y)を共に包含する共通の一底面(S-S')から該頂点(H₁)までの高さをhy₁とした場合に、hx₁がhy₁と実質的に等しい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1又は2に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項4】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が共有する底辺(x、x、…)を含む底面(Sx-Sx')から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H₁)までの高さをhx₁とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方向の側面(a₁面、a₂面)の底辺(z、z)および他方の側面(b₁面、b₂面)の底辺(y、y)を共に包含する共通の一底面(S-S')から該頂点(H₁)までの高さをhy₁とした場合に、hx₁がhy₁と実質的に異なる三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1又は2に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項5】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が共有する底辺(x、x、…)を含む底面(Sx-Sx')から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H₁)までの高さをhx₁とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方向の側面(a₁面、a₂面)の底辺(z、z)および他方の側面(b₁面、b₂面)の底辺(y、y)を共に包含する共通の一底面(S-S')から該頂点(H₁)までの高さをhy₁とした場合に、hx₁がhy₁より実質的に大きい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1、2及び4のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項6】 多数の一対の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面(c₁面、c₂面)が共有する底辺

(x, x, \dots)を含む底面($Sx-Sx'$)から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面、 a_2 面)の底辺(z, z)および他方の側面(b_1 面、 b_2 面)の底辺(y, y)を共に包含する共通の一底面($S-S'$)から該頂点(H_1)までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1/hyz_1 が1.05~1.5の範囲になるように hx_1 が hyz_1 より大きい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1、2及び4のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項7】 多数の一对の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面(c_1 面、 c_2 面)が共有する底辺(x, x, \dots)を含む底面($Sx-Sx'$)から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面、 a_2 面)の底辺(z, z)および他方の側面(b_1 面、 b_2 面)の底辺(y, y)を共に包含する共通の一底面($S-S'$)から該頂点(H_1)までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1/hyz_1 が1.07~1.4の範囲になるように hx_1 が hyz_1 より大きい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1、2及び4のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項8】 多数の一对の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面(c_1 面、 c_2 面)が共有する底辺(x, x, \dots)を含む底面($Sx-Sx'$)から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面、 a_2 面)の底辺(z, z)および他方の側面(b_1 面、 b_2 面)の底辺(y, y)を共に包含する共通の一底面($S-S'$)から該頂点(H_1)までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1 が hyz_1 より実質的に小さい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1又は2に記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項9】 多数の一对の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面(c_1 面、 c_2 面)が共有する底辺(x, x, \dots)を含む底面($Sx-Sx'$)から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面、 a_2 面)の底辺(z, z)および他方の側面(b_1 面、 b_2 面)の底辺(y, y)を共に包含する共通の一底面($S-S'$)から該頂点(H_1)までの高さを hyz_1 とした場合に、 hx_1/hyz_1 が0.67~0.95範囲になるように hx_1 が hyz_1 より小さい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1、2及び8のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項10】 多数の一对の三角錐型再帰反射素子の互いに向かい合った側面(c_1 面、 c_2 面)が共有する底辺(x, x, \dots)を含む底面($Sx-Sx'$)から該三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hx_1 とし、該2つの三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面、 a_2 面)の底辺(z, z)および他方の側面(b_1 面、 b_2 面)の底辺(y, y)を共に包含する共通の一底面($S-S'$)から該頂点(H_2)までの高さを hyz_2 とした場合に、 hx_1/hyz_2 が0.71~0.93の範囲になるように hx_1 が hyz_2 より小さい三角錐型再帰反射素子を包含している請求項1、2及び8のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項11】 一对の三角錐型再帰反射素子が、互いに向かい合った側面(c_1 面、 c_2 面)が一つの底辺(x)を共有して対をなしており、該一对の三角錐型再帰反射素子の一方の側面(a_1 面、 a_2 面)の底辺(z, z)およびその他方の側面(b_1 面、 b_2 面)の底辺(y, y)を共に包含する共通の底面($S-S'$)を基準として、この底面($S-S'$)から一方の三角錐型再帰反射素子の頂点(H_1)までの高さを hyz_1 とし、かつ上記の底面($S-S'$)から他方の三角錐型再帰反射素子の頂点(H_2)までの高さを hyz_2 とした場合に、 $hyz_1/hyz_2=1.05\sim2.0$

である前記請求項1~10のいずれかによる三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項12】 $hyz_1/hyz_2=1.07\sim1.8$

である前記請求項11による三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項13】 断面が実質的に対称形のV字状の溝が互いに交叉することにより、3つの互いに略直角に交叉する側面(a_1 面、 b_1 面、 c_1 面； a_2 面、 b_2 面、 c_2 面；...)によって区切られた一对の三角錐型キューブコーナー型再帰反射素子が実質的に光学的に相似形をなし、それによって該一对の三角錐型キューブコーナー型再帰反射素子は、方向は互いに180°異なるが、実質的に同一の光学軸の傾き(θ)を有し、さらに、該三角錐型反射素子の光学軸(t_1)が、該光学軸(t_1)と前記共通の一底面($S-S'$)との交点(Q_1)から該素子対が共有する底辺(x)を包含して該共通底面($S-S'$)に垂直な平面($Lx-Lx'$)までの距離(q_1)と、該素子の頂点(H_1)から該共通底面($S-S'$)に下された垂線と該平面との交点(P_1)から該垂直平面($Lx-Lx'$)までの距離(p_1)との差(q_1-p_1)がプラス(+)またはマイナス(-)となる方向に、該光学軸(t_1)と該垂線のなす角度(θ)が0.5~12度となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している事を特徴とする請求項1~12のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項14】 該光学軸(t_1)と該三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の頂点(H_1, H_2)を経由する垂線とのなす角度(θ)がプラス(+)方向又はマイナス(-)方向に0.6~10°となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している請求項1~12のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項15】 該光学軸(t_1)と該三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の頂点(H_1, H_2)を経由する垂線とのなす角度(θ)がプラス(+)方向又はマイナス(-)方向に0.6~10°となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している請求項1~12のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項16】 該光学軸(t_1)と該三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の頂点(H_1, H_2)を経由する垂線とのなす角度(θ)がプラス(+)方向又はマイナス(-)方向に0.6~10°となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している請求項1~12のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項17】 該光学軸(t_1)と該三角錐型キューブコーナー再帰反射素子の頂点(H_1, H_2)を経由する垂線とのなす角度(θ)がプラス(+)方向又はマイナス(-)方向に0.6~10°となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している請求項1~12のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

(一) 方向に $0.6\sim 1.5^{\circ}$ となるように傾いている三角錐型反射素子を包含している請求項 1～12 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 16】 多数の、一対をなす三角錐型再帰反射素子の表面に鏡面反射層が設けられている請求項 1～1

5 のいずれかに記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。

【請求項 17】 該鏡面反射層がアルミニウム、銅、銀、又はニッケルである請求項 16 記載の三角錐型キューブコーナー再帰反射シート。